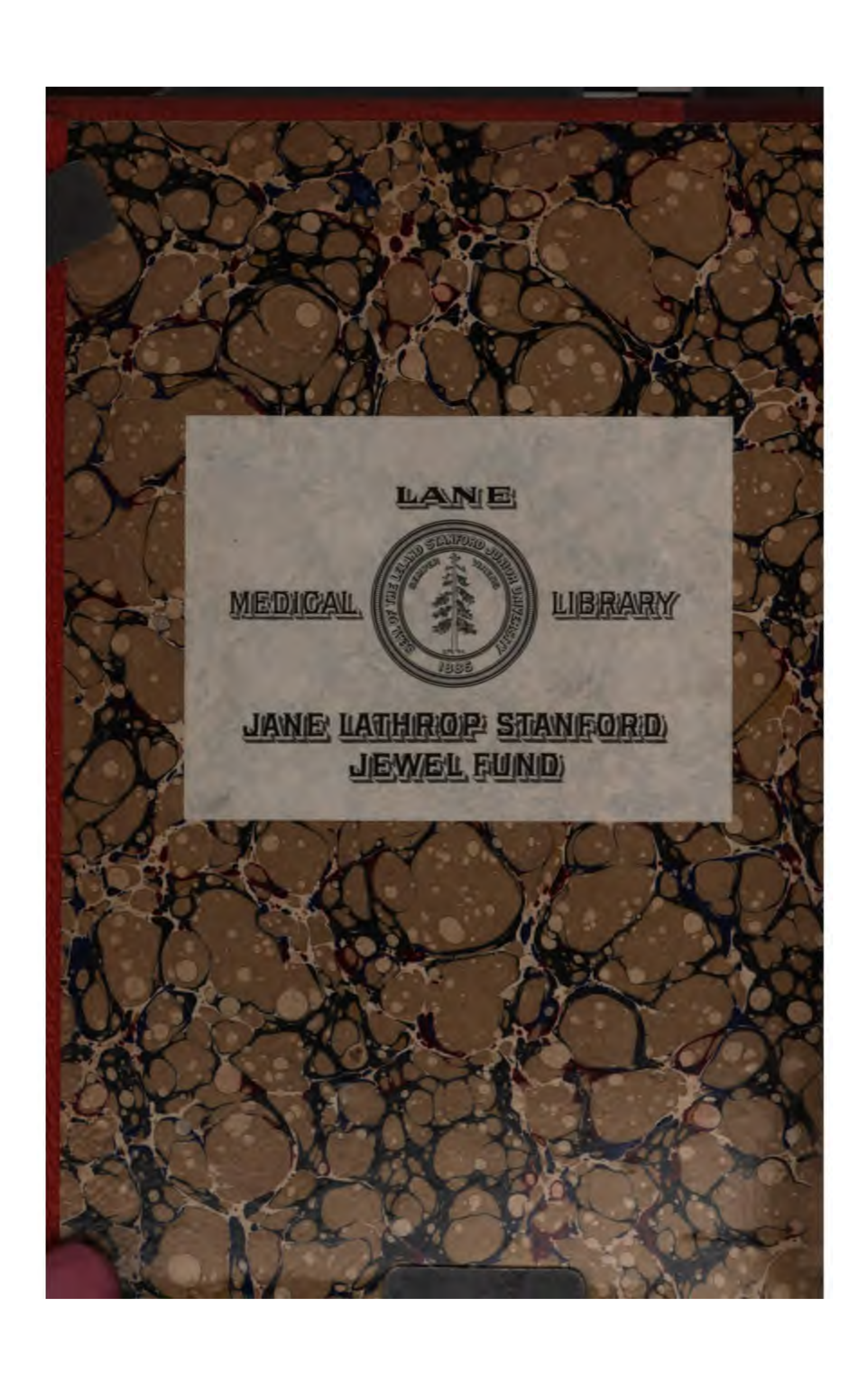
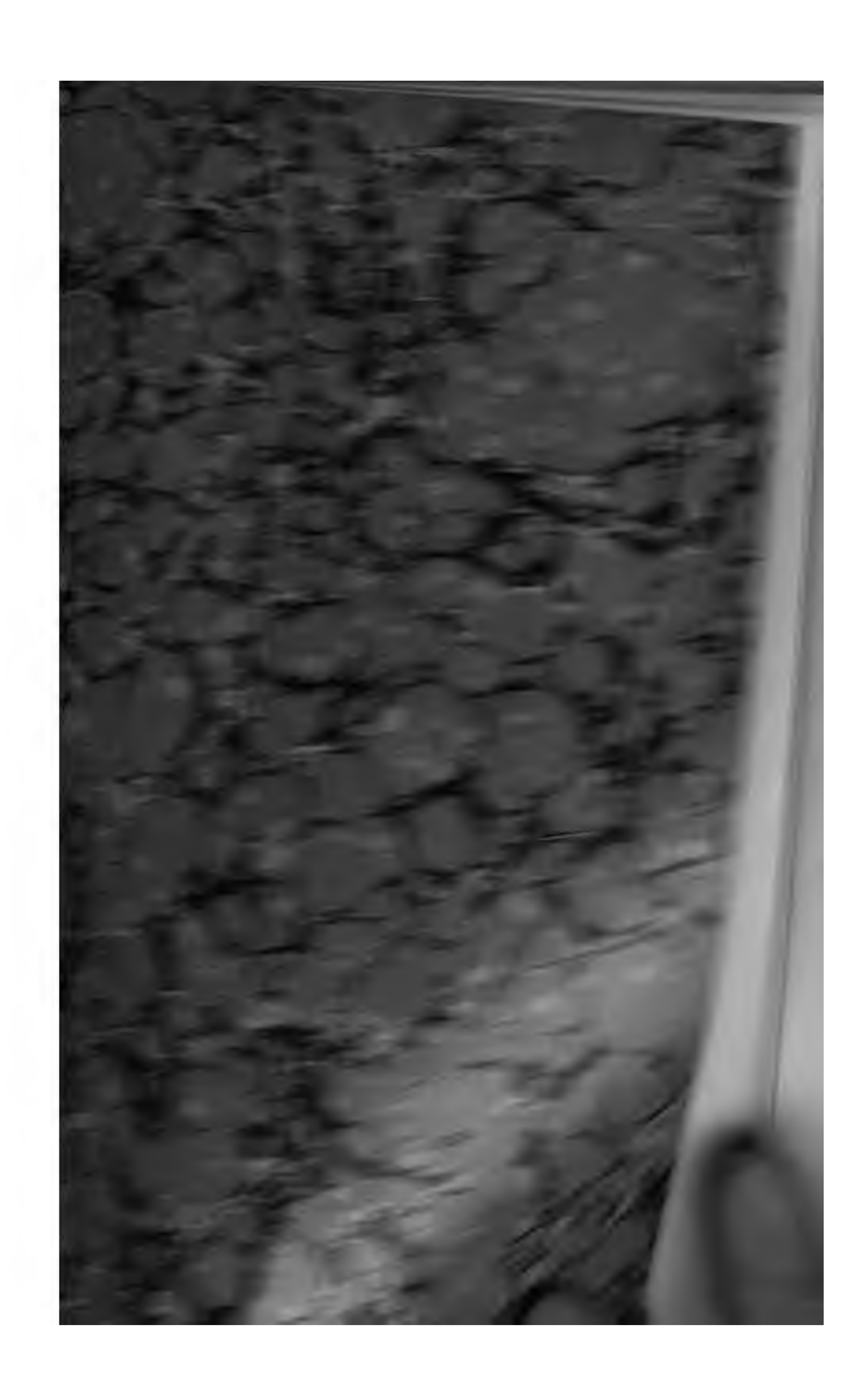
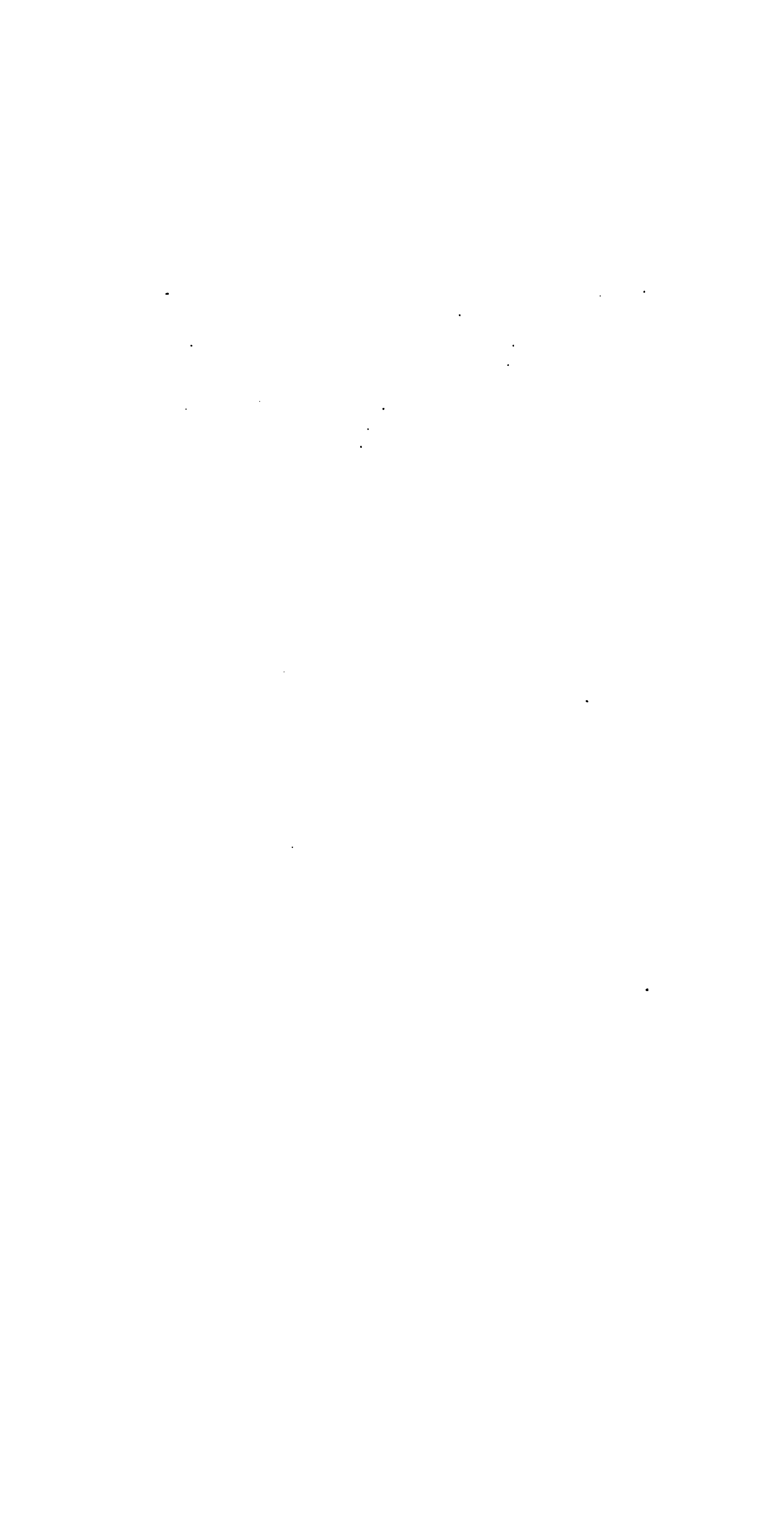


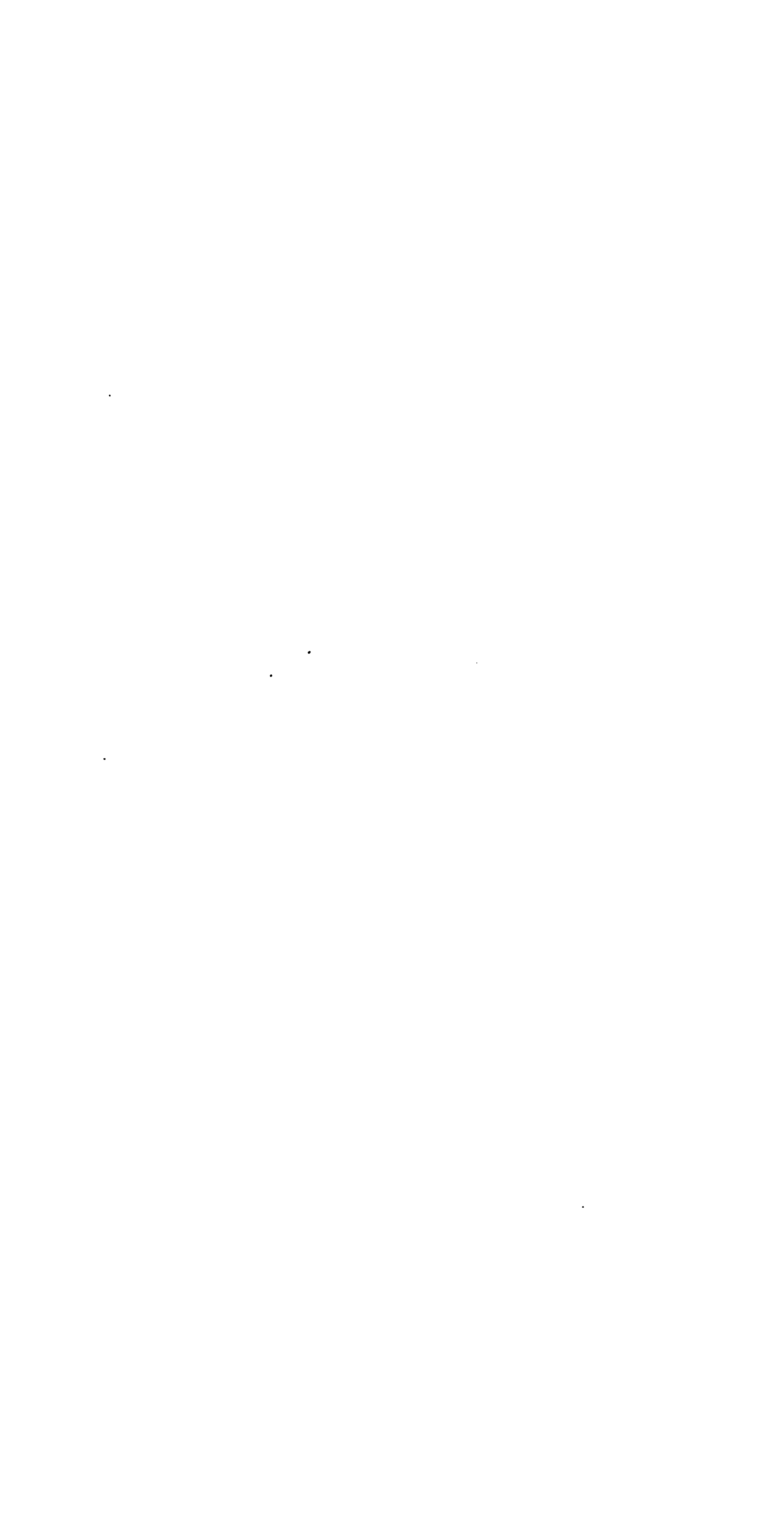

LANE
MEDICAL
LIBRARY
SEAL OF THE LELAND STANFORD JUNIOR UNIVERSITY
1885
JANE LATHROP STANFORD
JEWEL FUND











HISTOLOGIE

und

mikroskopische Anatomie

von

Prof. Dr. L. Szymonowicz.



Lehrbuch

der

HISTOLOGIE

und der

mikroskopischen Anatomie

mit besonderer Berücksichtigung

des menschlichen Körpers

einschliesslich der mikroskopischen Technik

von

Dr. Ladislaus Szymonowicz

a. ö. Professor der Histologie und Embryologie an der Universität Lemberg.

Mit 169 Original-Illustrationen im Text und 81 desgleichen auf 52 teils farbigen Tafeln.



Würzburg
A. Stuber's Verlag (C. Kabitzsch)
1901.

Bruckmannsche Kunst- und Buchdruckerei, München.

VORWORT.

Als A. Stuber's Verlagsbuchhandlung mir vor einigen Jahren den Vorschlag machte, ein Lehrbuch der normalen Histologie zu schreiben, ging ich auf dieses Anerbieten mit der Absicht ein, ein Werk zu schaffen, welches besonders in illustrativer Hinsicht den weitgehenden modernen Anforderungen entsprechen würde. Da auch mein Verleger sich hierzu bereit erklärte, ging mein Streben dahin, in diesem Werke ein Lehrbuch mit einem Atlas zu vereinigen.

Die Zeichnungen wurden von dem hervorragenden Zeichner Herrn Dr. Barącz nach meinen eigenen Präparaten mit grosser Sorgfalt angefertigt. Eine Ausnahme bilden nur wenige Schemata, welche den Arbeiten anderer Autoren entlehnt sind und einige nach fremden Präparaten hergestellte Figuren, was übrigens an den betreffenden Stellen ausdrücklich vermerkt ist. Zum grossen Teile wurden die Zeichnungen nach Präparaten aus tierischen Geweben und Organen angefertigt, da man sich bei Demonstrationen und praktischen Übungen auf menschliche Gewebe und Organe nicht beschränken kann.

Für die Abfassung des Textes war einerseits das Erfordernis einer klaren und bündigen Schreibweise leitend, andererseits das Bestreben, im Texte alles Wichtige zu erwähnen und den neuesten Forschungsergebnissen Rechnung zu tragen.

Die einen kurzen Anhang bildende mikroskopische Technik dürfte für die Kurse ausreichen. Eine breitere Darstellung

würde meiner Meinung nach für den überwiegenden Teil der Studierenden zu weitläufig, für diejenigen dagegen, welche sich eingehenderem mikroskopischem Studium widmen wollen, innerhalb des gesteckten Rahmens doch nicht erschöpfend genug zu gestalten sein.

Das am Schlusse angebrachte Litteraturverzeichnis macht keinen Anspruch auf Vollständigkeit. Es lag mir nur daran, Fingerzeige zu geben, wo man die aus diesem Lehrbuche geschöpften Kenntnisse erweitern kann.

Allen jenen, welche mir während meiner Arbeit in irgend einer Weise behilflich waren, bin ich zu Dank verpflichtet, namentlich den Herren Dr. Bochenek, Professor Dr. Browicz, Privatdozenten Dr. R. Krause, nach deren Präparaten einige Abbildungen entworfen worden sind, Herrn Dr. Barącz, von dessen geschickter Hand beinahe alle in diesem Buche enthaltenen trefflichen Zeichnungen herrühren, und meinem früheren Assistenten Herrn Dr. Praschil für die bereitwillige Anfertigung des Registers und Berechnung der Vergrösserungen der Zeichnungen.

Meinem Verleger, Herrn C. Kabitzsch, dem die prächtige Ausstattung des Werkes einzig zu verdanken ist, sei mein besonderer Dank für sein in jeder Beziehung bereitwilliges Entgegenkommen ausgesprochen.

Lemberg, im November 1900.

Der Verfasser.

Inhaltsverzeichnis.

Allgemeine mikroskopische Technik.

Spezielle mikroskopische Technik.

Corrigenda.

Seite 10. In der Erklärung zur Fig. 2 lies Proteus statt Protens.
Tafel I. In der Erklärung lies nach Kostanecki und Siedlecki statt nach Kostanecki.
Seite 19 Zeile 12 von unten lies des statt der Spermatozoon.
Seite 44 Zeile 6 von oben lies in der Thymus statt im Thymus.
Seite 49. In der Erklärung zur Fig. 33 lies Kern der Epithellage statt Kern der Intima.
Seite 72 Zeile 2 von oben lies doppelt statt einfach.
Seite 72 Zeile 5 von oben lies einfach statt doppelt.
Seite 73 Zeile 10 von oben lies im soeben erwähnten statt im bald zu erwähnenden.
Seite 105 Zeile 6 von unten lies: Die Mehrzahl der Autoren behauptet statt die ersteren Autoren behaupten.
Seite 293 Zeile 2 von unten lies platter statt glatter.
Seite 318 Zeile 17 von oben lies Cuticula der Wurzelscheide statt Haarcuticula.
Seite 322 Zeile 16 von unten lies stumpfen statt spitzen.
Seite 323 Zeile 11 von oben lies senkrecht statt horizontal.
Seite 329 letzte Zeile lies Hautpapillen statt Hauptpapillen.
Tafel XLIX lies Fig. 241 statt 239.
Seite 372 Zeile 7 von oben lies Paukenhöhle statt Paukhöhle.

EINLEITUNG.

Die Histologie ist die Lehre von den Geweben. (ὁ ἱστός — τὸ ἵστιον = Gewebe.) Sie muss daher in erster Linie die Zelle als Bestandteil des Gewebes behandeln, dann sich mit der Beschreibung der pflanzlichen und der tierischen Gewebe befassen und schliesslich das Verhältnis, in welchem die Gewebe in allen Organen zu einander stehen, besprechen.

Dieser letzte Teil der Histologie wird auch mikroskopische Anatomie genannt.

Unser Lehrbuch, welches sich bloss mit der Histologie des Menschen und zugleich des Tierkörpers befasst, zerfällt in zwei Teile: der erste wird die tierische Zelle und die tierischen Gewebe behandeln, der zweite dagegen wird den Leser mit dem mikroskopischen Bau der Organe bekannt machen.



ERSTER TEIL.

Histologie.

(Mikroskopische Anatomie der Zellen und der Gewebe.)

Die Histologie (Gewebelehre) nimmt unter den biologischen Wissenschaften, welche sich infolge der Entdeckung der Zelle im Jahre 1838 stark entwickelt haben, eine hervorragende Stelle ein. Bereits aus dem Ende des 17. Jahrhunderts datieren die mehr oder weniger ausdrücklich ausgesprochenen Vorgefühle und Ahnungen her, dass Zellen die Elementarbestandteile der Pflanzen bilden.

Erst im Jahre 1838 durch den Aufsatz M. Schleidens gewann die Ansicht, dass die Pflanzen aus Zellen bestehen, allgemeine Geltung. Schon im folgenden Jahre 1839 stellte Schwann, durch die Entdeckung Schleidens aufgemuntert, genaue Untersuchungen an Tieren an und fand hier ebenfalls eine Zusammensetzung aus Zellen. Diese beiden Forscher hielten die Zelle für ein kleines Bläschen, welches in einer festen Membran eine Flüssigkeit enthält. Schon diese Forscher hielten die Zellenmembran und den Kern für sehr wichtige charakteristische und wenig veränderliche Bestandteile der Zellen.

So entdeckte man, dass sowohl der tierische als auch der Pflanzenorganismus aus sehr feinen Bestandteilen zusammengesetzt ist, sodann dass alle diese mehr oder weniger komplizierten Gebilde von einer einzigen Zelle, d. i. dem befruchteten Ei, ihren Anfang nehmen. Dann überzeugte man sich, dass an der Grenze des Pflanzen- und Tierreiches sich einzellige Gebilde als Ausgangspunkt für beide Reiche befinden.

Der ursprüngliche Begriff der Zelle erlag im Laufe der nachfolgenden Jahrzehnte grossen Änderungen.

Man fing schon nach einigen Jahren, nachdem man membranlose Zellen entdeckt hatte, an, die Zellenmembran als einen unwesentlichen Bestandteil der Zelle zu betrachten. In der

Grundsubstanz mancher tierischen Zellen bemerkte man Bewegungserscheinungen, wie dies bereits von Pflanzenzellen bekannt war, studierte die Lebenserscheinungen derselben und nannte diese Grundsubstanz sowohl bei tierischen als auch bei Pflanzenzellen, Protoplasma.

A. Zelle.

Heute nennen wir Zelle (Cellula), ein Klümpchen von Protoplasma, welches in seinem Inneren einen Kern einschliesst. Die Zellen müssen wir als Elementareinheiten oder, da sie Träger der Lebensfunktionen sind, als Lebenseinheiten betrachten.

Mit Rücksicht auf die Tiere, welche teils aus einer Zelle (Protozoa), teils aus einer unzählbaren Menge derselben bestehen (Metazoa), müssen wir im vorhinein annehmen, dass die Zellen der ersteren zu gleichzeitiger Besorgung verschiedener Funktionen geeignet sind, während wir bei den letzteren stark differenzierte Zellen mit einem sehr verschiedenen Funktionsgepräge finden. Bei den am meisten ausgebildeten Geschöpfen finden wir diese Differenzierung, diese Arbeitsteilung so streng durchgeführt, dass die Zelle einer Art die Funktionen der Zellen anderer Art nicht erfüllen kann. Hier sind die Zellen einseitig ausgebildet und nur zu gewissen Funktionen geeignet, dieselben haben z. B. die Aufgabe zu decken, abzusondern, zu resorbieren, die Impulse zu leiten oder sich zusammenzuziehen. Bei einzelligen Gebilden ist im Gegenteil eine Zelle gleichsam ein Komplex von Organen, welche verschiedenen Funktionen dienen.

Die wesentlichen Bestandteile der Zelle sind:

a) das Protoplasma und

b) der Zellkern.

Der Kern kann manchmal in der Zelle verkümmern und zwar, wenn dieselbe ihre Lebensfähigkeit zu verlieren beginnt.

Protoplasma ist ein morphologischer Begriff und nicht ein chemisch scharf definierbarer Körper. Durch den Begriff „Protoplasma“ ist nicht eine gleichartige Substanz mit gleichen physikalisch-chemischen Eigenschaften, sondern eine Verbindung verschiedener chemischer, auf eine wirklich wunderbare Art mit einander kombinierter Körper, ein Stoffgemenge, welches verschiedene physikalische, chemische und biologische Eigenheiten aufweist, zu verstehen. (O. Hertwig.) Das Protoplasma ist zähflüssig, dehnbar, fast immer farblos, im Wasser unlöslich und

ist nicht ganz homogen, sondern weist feinste Körnchen (Mikrosomen) und Fädchen auf, welche in der homogenen Grundsubstanz verteilt sind. Nach Mass der enthaltenen Körnchen kann dieselbe mehr oder weniger körnig sein.

Wir können oft beobachten, dass die Zelle an der Peripherie ein körnchenfreies Protoplasma (Hyaloplasma), im Inneren dagegen eine körnige Protoplasmamasse (Körnerplasma) enthält.

Was die chemische Zusammensetzung des Protoplasma betrifft, so ist uns nicht mehr bekannt, als dass der wesentlichste, wichtigste Bestandteil des Protoplasma zu den Proteinsubstanzen (Eiweisskörpern) gehört. Dieser Bestandteil entspricht mit Rücksicht auf die physikalischen Eigenschaften der Gruppe der Plastine. Überdies enthält das Protoplasma Globuline und Albumine in geringer Menge, sehr viel Wasser, eine bestimmte Menge verschiedener Salze, schliesslich konstant verschiedene Stoffwechselprodukte als: Fette, Cholestearin, Lecithin, Glycogen, Zucker u. s. w. Das lebende Protoplasma reagiert immer alkalisch.

Was die feinere Protoplasmastruktur anbelangt, so bestehen gegenwärtig vier verschiedene Anschauungen. (Siehe Schema, Fig. 1.)

Nach einer heute nur sehr wenige Vertreter aufweisenden Anschauung besitzt das Protoplasma keinen Bau, es ist ganz homogen.

Die zweite dagegen, am meisten begründete Ansicht ist die Fadengerüstlehre, welche das Protoplasma als aus einem fadenförmigen Gerüst und einer Zwischenmasse zusammengesetzt betrachtet. Was diese stärker lichtbrechende Fädchen betrifft, so vereinigen sie sich nach der Ansicht einiger Autoren (Flemming) gar nicht miteinander, nach der Ansicht anderer dagegen, vereinigen sie sich, indem sie eine Art Netzwerk bilden, so dass ein spongiöser, schwammiger Bau entsteht. (Heitzmann, Fromman, Leydig.) Die weniger lichtbrechende und mehr flüssige Zwischensubstanz teilt die Fädchen voneinander. Die letzteren bilden die sog. Filarmasse oder das Mitom, die erstere die Interfilarmasse oder das Paramitom. Die Fädchen befinden sich in verschiedener Menge in der Zelle, sie sind von verschiedener Länge und oft gewunden. Die Zwischensubstanz enthält oft mehr oder weniger zahlreiche Körnchen.

Den dritten Platz nimmt die sog. Schaum- oder Wabentheorie (Bütschli) ein. Ein plasmatisches Gerüst bildet eine

Menge allseitig abgeschlossener Räume. Alle Räume dieses Kammerwerkes sind mit flüssigem Inhalt ausgefüllt. In den Knotenpunkten des Wabenwerkes sind feine Körnchen (Mikrosomen) enthalten.

Schliesslich besteht noch eine Granulatheorie (Altmann), nach welcher die Zelle aus feinen Granula besteht, welche innerhalb der gallertartigen Intergranularsubstanz verbreitet sind.

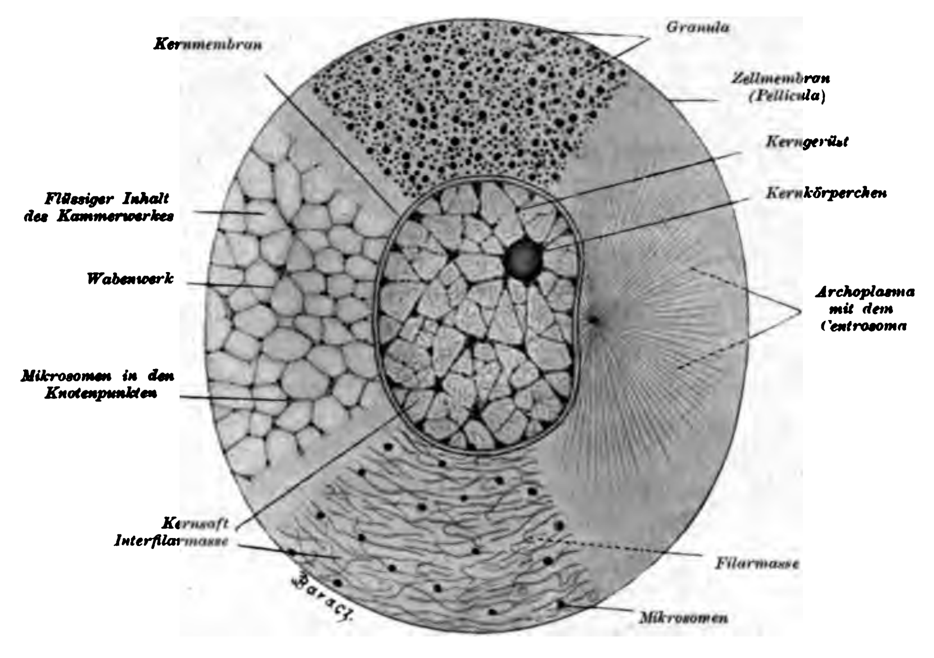


Fig. 1.

Schema einer Zelle.

Das untere Segment veranschaulicht die Fadengerüstlehre, das obere die Granulatheorie, links die Schaum- oder Wabentheorie, rechts sieht man die Protoplasmafäden an das Centrosoma inseriert. Kerngerüst besteht aus Nuclein, Linin und Lantanin.

Diese Granula hält Altmann für die letzten Elementarorganismen und nennt sie, als Träger des Lebens, Bioblasten. Nach dieser Hypothese spielen die Granula die Haupt-, die Intergranularsubstanz bloss eine Nebenrolle. Ganz entgegengesetzt lauten die oben angeführten drei Theorien bezüglich der Bedeutung dieser beiden Bestandteile der Zelle. Nach denselben sollte man die Granula den Protoplasmaeinschlüssen von mehr untergeordneter Bedeutung beizählen, die Intergranularsubstanz der Granulatheorie dagegen entspricht dem eigentlichen Protoplasma der anderen drei Theorieen.

Innerhalb des Protoplasma sind wir im stande verschiedene zu demselben nicht gehörige Substanzen, welche wir unter dem Namen Protoplasma- oder Zelleinschlüsse umfassen, zu unterscheiden. Zum Unterschied vom Protoplasma nennen wir dieselben Deutoplasma. Dieselben können verschiedener Natur sein, als: Fett, Kohlenhydrate, Pigmentkörnchen u. s. w.

Diese Protoplasmaeinschlüsse (Deutoplasma) kommen in gewissen Fällen in einer so grossen Menge vor, dass das Protoplasma selbst eine untergeordnete Stelle einnimmt und nur eine Art Gerüstwerk für die angesammelten Reserve- und Sekretstoffe bildet, wie wir dies an manchen Ei- und Becherzellen bemerken.

Flüssige Protoplasmaeinschlüsse sammeln sich gewöhnlich in begrenzten Hohlräumen, Vacuolen genannt, an, welche letzteren erst dann deutlicher auftreten, wenn man diese Einschlüsse auflöst (wenn z. B. Fettropfen im Äther aufgelöst werden).

Die Form des Protoplasmakörpers und gleichzeitig der ganzen Zelle, kann sehr verschieden sein: kugelig, cylindrisch, kegelförmig, platt, sternförmig, verästelt, spindelförmig und faserartig.

Die Grösse der Zellen unterliegt ebenfalls bedeutenden Schwankungen von 3 μ*) bis zur Grösse eines Vogeleies, z. B. eines Straussеies, welches eine einfache Zelle ist.

Den zweiten wesentlichen Teil der Zelle bildet der Kern. (Nucleus.) Derselbe ist innerhalb der Zelle während ihres Lebens oft unsichtbar, namentlich, wenn der Kern und das Protoplasma dasselbe Lichtbrechungsvermögen besitzen. Jedenfalls verhält sich der Kern verschieden von dem Protoplasma angesichts der Reagentien; so bewirkt z. B. Essigsäure eine Quellung des Protoplasma und eine Schrumpfung des Kernes.

Mit Bezug auf die Form ist der Kern gewöhnlich kugelig oder oval, manchmal hufeisenförmig, ringförmig oder verästelt.

Der Kern weist oft ein bestimmtes Verhältnis zur Grösse der Zelle auf. So sind beispielsweise die Kerne in unreifen Eizellen sehr gross.

In der Regel finden wir in jeder Zelle einen Kern, manchmal sind deren mehrere und ausnahmsweise kann ihre Anzahl über hundert betragen (z. B. in den Riesenzellen des Knochenmarks). Solche vielkernige Zellen nennt man Syncytien.

---

*) μ = ein Mikron = 0.001 mm.

Der Zellkern ist kein einfaches Gebilde; wir können in demselben wenigstens zwei und oft auch sechs chemisch und mikroskopisch verschiedene Proteinsubstanzen nachweisen, namentlich:

1. Nuclein — Chromatin,
2. Paranuclein — Pyrenin.
3. Linin,
4. Lantanin,
5. Kernsaft,
6. Amphipyrenin.

Die beiden ersteren scheinen für den Kern wesentlich zu sein.

1. Chromatin (Nuclein) ist der am meisten charakteristische Bestandteil des Kernes, es zeichnet sich durch eine grosse Anziehungskraft für Farbstoffe aus und unterscheidet sich von den anderen Substanzen dadurch, dass es Phosphorsäure enthält.

Das Chromatin tritt im Kerne in Form von Körnchen, feiner Fädchen oder eines Netzchens auf, indem es das sog. Chromatingerüst bildet. (Fig. 2.)

2. Das Paranuclein (Pyrenin) tritt in Form kleiner stark lichtbrechender Kügelchen auf, indem es echte Nucleolen (Kernkörperchen) bildet. Diese echten Kernkörperchen sind von chromatischen Knotenpunkten des Kerngerüstes zu unterscheiden. Das Pyrenin unterscheidet sich vom Chromatin bezüglich der physikalischen Eigenschaften dadurch, dass es im Wasser, in dünnen alkalischen Lösungen, im Kalkwasser und Kochsalzlösungen nicht aufquillt. Das Chromatin dagegen quillt in ähnlichen Lösungen und löst sich in stärkeren sogar auf; die unveränderten Kernkörperchen treten dann um so deutlicher hervor.

Das Nuclein färbt sich besser in saueren, das Paranuclein dagegen in amoniakalischen Farbstofflösungen, in Eosin und Fuchsin, so dass man diese beiden Teile mittelst der sog. Doppelfärbungen nebeneinander veranschaulichen kann.

3. Das Linin nimmt an der Bildung des Netz- oder Gerüstwerkes ebenfalls teil. Da dasselbe mittelst der gewöhnlichen Kernfärbungsmittel sich nicht färben lässt, bildet es den sog. achromatischen Bestandteil des Kernes.

4. Das Lantanin tritt manchmal innerhalb des Linins in Form feiner Körnchen auf, welche sich mittelst sauerer Anilinfarben färben lassen, im Gegensatze zum Chromatin, welches

sich mit basischen Anilin-Farbstoffen färben lässt; deshalb heisst es auch Oxychromatin, während das Chromatin Basichromatin genannt wird.

5. Der Kernsaft füllt die Lücken zwischen den aus Nuclein, Paranuclein und Linin gebildeten Strukturen aus.

6. Das Amphipyrenin ist die Substanz, welche die den Kernraum vom Protoplasma abgrenzende Kernmembran bildet. Bei grösseren Kernen weist die Kernmembran eine ausdrückliche doppelte Kontur auf. Mit Bezug auf die chemischen Eigenschaften nähert es sich am meisten dem Pyrenin.

Der Kern kann verschieden aussehen, je nachdem sein Bau einfach oder komplizierter ist. Den einfachsten Bau haben Kerne, welche aus ganz kompakten Nucleinkörpern (z. B in Spermatozoen) bestehen. In diesen Kernen entspricht ein Teil des Kernes dem Kernkörperchen. In anderen Fällen stellt der Kern ein mehr saftiges Gebilde dar, wenn nämlich innerhalb der Lücken des Kerngerüstes Kernsaft auftritt. Ein solches Kerngerüst kann bei einfacheren Formen nur aus Chromatin gebildet sein, bei anderen ist auch Linin und Lantanin vorhanden. (Fig. 1 u 2.) Der ruhende Kern kann sich demnach in komplizierten Fällen als ein von der Kernmembran (Amphipyrenin) abgegrenztes Bläschen vorstellen. In demselben befindet sich ein Gerüst aus Nuclein (chromatisch) und Linin (achromatisch), in welchem Körnchen von Lantanin zerstreut sind. Derselbe enthält überdies Kernkörperchen (Paranuclein) und Kernsaft.

Der dritte, jedoch nicht wesentliche Bestandteil der Zelle, die Zellhaut oder Zellmembran, kann in den Tierzellen oft fehlen, denn der Körper dieser Zellen ist zum grossen Teile nackt und besitzt keine Zellmembran, welche nach Innen gegen das Protoplasma scharf abgegrenzt wäre. Wenn die superfizielle Schicht des Protoplasma sich von dem Reste des in der Mitte liegenden Protoplasma nicht auffallend unterscheidet, und wenig konsistent ist, heisst sie Ektoplasma; eine solche Zelle besitzt also keine Zellmembran und wird als „nackt" bezeichnet. Finden wir in der Zelle eine festere Grenzschicht, so werden wir diese nach F. E. Schulze in dem Falle, wenn ihr eine schärfere Abgrenzung nach innen fehlt (ähnlich wie bei einer Brotkruste) und sie langsam in das weichere Protoplasma übergeht, Crusta nennen; wenn sie jedoch nach innen scharf abgegrenzt ist, haben wir es mit einer eigentlichen Zellmembran zu thun.

Die Zellmembran kann die ganze Zelle rings umgeben, in

diesem Falle heisst sie Pellicula oder sie bedeckt bloss die freie Fläche der Zelle und heisst sodann Cuticula.

Der Ursprung und die Bildungsweise der Zellhaut sind nicht sicher bekannt, denn es ist zweifelhaft, ob dieselbe ein Sekret der äusseren Schicht der Zelle, oder eine geradezu veränderte, erhärtete äusserste Partie des Protoplasma ist.

Noch ein Zellbestandteil, welcher, in den letzten Jahren entdeckt, eine immer grössere Aufmerksamkeit auf sich lenkt, kann nicht mit Stillschweigen übergangen werden. Es ist dies der sog. Zentralkörper (Centrosoma). Die Mehrzahl der Autoren betrachtet dieses Gebilde als wesentlich für die Zelle. (Fig. 1 u. 2.)

Fig. 2.
Leukocyt aus der Milz von Protens, nach Siedlecki.
Sehr starke Vergrösserung. Die Protoplasmastrahlen an das Centrosoma inseriert. Das Centrosoma in Gestalt von zwei Körnchen. Das Kerngerüst ist gut zu sehen.

Der Zentralkörper tritt gewöhnlich als ein (oder zwei) Körnchen innerhalb des Protoplasma manchmal in der unmittelbaren Nachbarschaft des Kernes auf und kann sich sogar in einer Einbuchtung dieses letzteren befinden. Rings um den Zentralkörper ist innerhalb des Protoplasma oft eine Strahlung zu bemerken, welche wir Sphäre nennen. Die Bedeutung und das Verhalten des Zentralkörpers während des Kern- und Zellteilungsprozesses werden gelegentlich besprochen werden.

Somit hätten wir alle Bestandteile der Zelle während der Ruhe aufgeführt. Jetzt wollen wir die Lebenseigenschaften der Zelle kurz besprechen, jedoch nur insoferne, als dieselben mit Hilfe des Mikroskops direkt zu erkennen sind.

Der Leser kann sich darüber in mehr umfassenden Werken, in welchen die Zelle auch vom physiologischen Standpunkte behandelt wird, näher informieren. (O. Hertwig, Verworn, Bergh.)

Die verschiedenen Fähigkeiten und Eigenschaften der Zelle können wir einteilen in

1. die der Bewegung,
2. die der Reizbarkeit,
3. die Fähigkeit der Assimilation und Absonderung (Stoffwechsel),
4. die Fähigkeit der Fortpflanzung.

1. Die erste Funktion, welche die Zelle erfüllen kann, d. i. die der Bewegung, scheint nur vom Protoplasma abhängig zu sein, denn auch die vom Kern getrennten Teile des letzteren sind im stande sich während einiger Zeit zu bewegen. Wir kennen verschiedene Arten der Bewegung:

a) die amöboide Bewegung beruht darauf, dass das Protoplasma Fortsätze (Pseudopodien) entsendet, welche auf der Unterlage anhaften und den übrigen Teil des Zellkörpers nachziehen. Auf diese Weise kriecht die Zelle. Die Pseudopodien können wieder zurückgezogen werden. Wenn wir solche Zellen oder einzellige Organismen, welche die Fähigkeit der selbstständigen Bewegung besitzen, unter dem Mikroskope betrachten, so bemerken wir, dass dieselbe beständig ihre Form ändern. Dies lässt sich am leichtesten beobachten, wenn wir in gewissen Zeitintervallen die Umrisse der Zelle skizzieren und die so erhaltenen Zeichnungen untereinander vergleichen. (Fig. 3.)



Fig. 3.
Lymphkörperchen des Frosches auf dem heizbaren Objekttisch untersucht.
Die Umrisse der Zelle sind jede 2 Minuten skizziert. Eine Vacuole ist zu sehen. Ca. 1500 mal vergr.

Diese Bewegung dient zur Ortsveränderung sowie zur Aufnahme der Nahrung, denn die ausgestreckten Pseudopodien umfliessen die sehr feinen fremden Körper, welchen sie unterwegs

begegnen, ziehen dieselben in das Innere ihres Körpers ein und verwenden dieselben, wenn sie verdaulich sind, zur Ernährung ihres Organismus. Zu solchen Bewegungen sind ein grosser Teil einzelliger Tiere z. B. Amoeba, und einige Zellenarten höherer Tiere z. B. weisse Blutkörperchen befähigt.

b) die zweite Art der Bewegung die sog. Flimmer- und Geisselbewegung wird mittelst kürzerer oder längerer Ausläufer der Zellsubstanz, der sog. Geisseln und Wimpern oder Flimmern ausgeführt. Es scheint, dass auch diese Bewegungen unabhängig vom Kerne sind. Diese Art der Bewegung sowie

c) die dritte Art, die sog. Muskelkontraktion, werden bei der Schilderung der Gewebe, welche zur Ausführung dieser Bewegung speziell befähigt sind, abgehandelt werden.

d) Wir unterscheiden zweierlei Bewegungen, welche durch das Protoplasma innerhalb des Zellenkörpers ausgeführt werden: die Zirkulation und die Rotation. Diese Arten der Bewegung, welche für den Stofftransport von grosser Bedeutung sind, werden infolge der Verschiebung sehr feiner Körner innerhalb des Protoplasma für das Auge sichtbar. Solche Bewegungen sehen wir vor allem in Pflanzenzellen, selten in tierischen. Wenn die Körner in einer Richtung unmittelbar an der Zellhaut den Wänden entlang in gleitender Bewegung kreisen, haben wir es mit der Rotation zu thun. Schreitet die Bewegung von der Peripherie gegen das Zentrum der Zelle fort, an anderen Stellen dagegen in gerade entgegengesetzter Richtung, so haben wir es mit der Zirkulation zu thun; dieselbe kommt vor allem in Pflanzenzellen vor, welche innerhalb des Protoplasma grosse, mit Flüssigkeit ausgefüllte Vacuolen besitzen. In diesen Fällen verbinden die Bälkchen des Protoplasma, das wandständige mit dem zentralen, den Kern umschliessenden Protoplasma und in diesen Bälkchen sehen wir oft sogar zwei in entgegengesetzter Richtung nebeneinander fliessende Körnerreihen.

Man kann die sog. passiven Bewegungen, welche innerhalb des lebendigen Protoplasma vorkommen, und welche im Gegensatze zu den oben beschriebenen aktiven Bewegungen keine Lebenserscheinungen der bewegten Elemente sind, nicht mit Stillschweigen übergehen.

Solchen passiven Bewegungen unterliegen die Körnchen im Protoplasma. Das letztere enthält während der Rotation oder Zirkulation suspendierte Körnchen, welche passiv mitgeschleppt werden, was ein Bild der Körnchenströmung giebt. Auch die

sog. Brown'schen Molekularbewegungen, welche sowohl an lebenden, als auch an abgestorbenen Zellen beobachtet werden können, gehören zu den passiven Bewegungen. Es sind dies unbedeutende oscillierende (zitternde) Bewegungen der im Protoplasma gelegenen Körnchen und das Ergebnis der kleinen Stösse, welche die in fortwährender Bewegung sich befindenden Flüssigkeitsmolekule auf die Körnchen ausüben.

Was die Fähigkeit des Kernes, Bewegungen auszuführen, anbelangt, so scheint es, dass derselbe selbständige Bewegungen nicht ausführen kann. Das Eine ist gewiss, dass er sehr nachgiebig ist und auf äussere Einwirkungen hin seine Form verändern kann, wenn z. B. die Zelle sich streckt, oder sich durch eine kleine Öffnung durchzwängt.

2. Die Reizbarkeit ist die Fähigkeit des Reagierens aut verschiedene Reize. Die Reize können verschiedener Natur sein; wir unterscheiden namentlich mechanische, chemische, thermische, elektrische und Lichtreize. Im allgemeinen kann man behaupten, dass die Reize eine Erregung, d. i. Steigerung oder aber eine Lähmung oder Herabsetzung der Lebenserscheinungen veranlassen können, was in erster Linie von der Intensität und Dauer der Reize abhängt. Allzu starke Reizung (z. B. eine Temperatur über 40° C) zieht den Tod nach sich.

Überdies giebt sich namentlich bei einzelligen Organismen, welche mit aktiver Bewegungsfähigkeit begabt sind, die Reizbarkeit infolge verschiedener Reize, welche auf dieselben einseitig einwirken, auf die Art kund, dass sie sich in der Richtung nach der Reizquelle zu oder von der Reizquelle fortbewegen.

Tritt diese Erscheinung unter dem Einflusse von chemischen Reizen auf, so haben wir es mit der sog. Chemotaxis (Chemotropismus) zu thun, und hier ist zwischen der positiven Chemotaxis, wenn eine Annäherung an die Reizquelle, und einer negativen Chemotaxis, wenn eine Entfernung von der Reizquelle eintritt, zu unterscheiden. So treten bei einigen Bakterien, Infusorien, Samenfäden unter dem Einflusse gewisser chemischer Körper (z. B. Sauerstoff, Äpfelsäure) Erscheinungen der Chemotaxis auf.

Ähnlich besteht die Phototaxis (Heliotropismus), Hydrotaxis (-tropismus), Thermotaxis, Galvanotaxis etc. Auf Grund der letzteren lagern sich beim konstanten Strome gewisse Organismen beim Schliessen oder beim Öffnen des Stromes, an den positiven oder an den negativen Pol.

3. Der Assimilations- und Absonderungsprozess ist eigentlich Gegenstand der Physiologie. Einige Details, welche sich auf den Stoffumsatz und die damit im Zusammenhange stehende formative Thätigkeit der Zelle beziehen, findet der Leser an verschiedenen Stellen des vorliegenden Handbuches bei Besprechung gewisser spezieller Fälle.

4. Die Fortpflanzung der Zelle. Einige Zeit nach der Entdeckung der Zelle als einer, tierische und Pflanzenorganismen bildenden Einheit war man der Ansicht, dass die Zellen durch Urzeugung aus formlosem Keimstoff, dem sog. Cytoblastem entstehen, worin man eine gewisse Ähnlichkeit mit dem Vorgange der Krystallisation zu finden glaubte, indem man die Zellen mit Krystallen und das Cytoblastem mit Mutterlauge verglich. Man kam jedoch, dank den treffenden Beobachtungen und Untersuchungen Mohls, Nägelis u. a. bald zu der Überzeugung, dass die Zelle bloss auf dem Wege der Teilung direkt aus einer anderen Zelle entsteht, welche Thatsache Virchow mit dem Schlagworte Omnis cellula e cellula ausdrückte. Später kam man auf Grund weiterer Forschungen in die Lage, diese These durch den Zusatz Omnis nucleus e nucleo zu ergänzen. Es geht demnach die Vermehrung der Zellen auf dem Wege der Teilung vor sich, und diese kann zweifach sein. Die Unterscheidung zweierlei Arten der Zellteilung gründet sich auf das verschiedene Verhalten des Kernes während der Teilung. Wir unterscheiden eine direkte (amitotische) und eine indirekte (mitotische) Teilung.

Direkte Teilung (Amitose).

Die direkte Teilung besteht darin, dass der Kern ohne weitere nachweisbare wichtigere Änderungen in der Struktur an einer bestimmten Stelle sich einschnürt und sodann gewöhnlich in zwei Tochterkerne zerfällt. Diese Art der Teilung ist wenig verbreitet und scheint in gewissen Fällen ein nicht normaler Prozess zu sein, denn manchmal tritt nach der Teilung des Kernes keine Teilung der Zelle ein, und es entstehen infolgedessen mehrkernige Zellen (z. B. Riesenzellen) Es giebt Gründe zur Annahme, dass die eintretende direkte Teilung ein Vorgang ist, der nicht mehr zur physiologischen Vermehrung der Zellen führt, sondern eine Entartung darstellt (Flemming). Die amitotische Kernteilung finden wir vor allem bei den niederen Tieren, vorzüglich bei Protozoen, aber sie kann auch bei höheren Tieren

gleichzeitig neben der indirekten Teilung in manchen Leukocyten, Knorpelzellen, Deciduazellen, oberflächlichen Epithelzellen der Harnblase u. s. w. vorkommen.

Die indirekte Teilung (Mitose, Karyokinese).

Diese Teilung charakterisiert sich durch eine ganze Reihe von Erscheinungen innerhalb des Kernes und Protoplasma, während deren infolge der Auflösung der Kernmembran eine engere Wechselbeziehung zwischen dem Kerne und dem Protoplasma eintritt. Das wichtigste Moment und gleichsam das Ziel der Karyokinese ist die Teilung des Chromatins der Mutterzelle in zwei ganz gleiche Teile für die Tochterzellen.

Das Chromatin teilt sich in gleiche Abschnitte, sog. Chromosomen. Ihre Gestalt kann verschieden sein, als: Schleifen, Stäbchen oder Körner; ihre Zahl unterliegt ebenfalls bedeutenden Schwankungen, dieselbe beträgt nämlich 2, 4, 8, 16 bis über 100. Die Gestalt und Anzahl der Chromosomen ist bei Zellen verschiedener Tiergattungen verschieden und charakteristisch.

Die genaue gleiche Teilung des Chromatins kommt durch die Längsspaltung der Chromosomen zu stande.

Innerhalb des Protoplasma treten ebenfalls sehr wichtige Erscheinungen auf, namentlich die Teilung des Zentralkörpers und das Auftreten der strahligen Anordnung des Protoplasma um die Zentralkörper, die Lagerung der letzteren an den Polen und das Auftreten der sog. Zentralspindel zwischen denselben,

Gewisse Änderungen der Kernbestandteile begleiten entsprechende Erscheinungen innerhalb des Protoplasma, welche wir der Reihe nach besprechen werden (Figg. 4—11.)

Der ganze Prozess der Mitose kann in fünf Stadien geteilt werden:

1. Prophase,
2. Muttersternstadium,
3. Metaphase — Metakinese,
4. Anaphase,
5. Telophase.

Die Prophase beruht auf der Vorbereitung des ruhenden Kernes zur Teilung. Innerhalb des Kernes ordnet sich das Kerngerüst zu Fäden, welche anfangs mit Höckern bedeckt sind. Sodann glätten sich diese kürzeren oder längeren Fäden auf der Oberfläche und verlaufen in Windungen, indem sie einen Knäuel (Spirem) bilden. (Figg. 4a, 4b, 5, 6.)

Der ursprünglich ziemlich dichte Knäuel wird lockerer und die Chromosomen erscheinen schon in der charakteristischen Gestalt von Schlingen, Stäbchen o. ä. (Fig. 4 c, Fig. 7.)

Das Kernkörperchen verschwindet immer während der Bildung des Knäuels. Das Zentralkörperchen teilt sich bereits beim Beginne dieser Änderungen in zwei, welche schon im Anfang mittels einer aus feinen Fädchen bestehenden Verbindungsbrücke verbunden werden, welche Brücke die Anlage der künftigen Zentralspindel bildet, die um so grösser wird, je mehr sich die Zentralkörper gegen die Pole entfernen. (Figg. 5—7.)

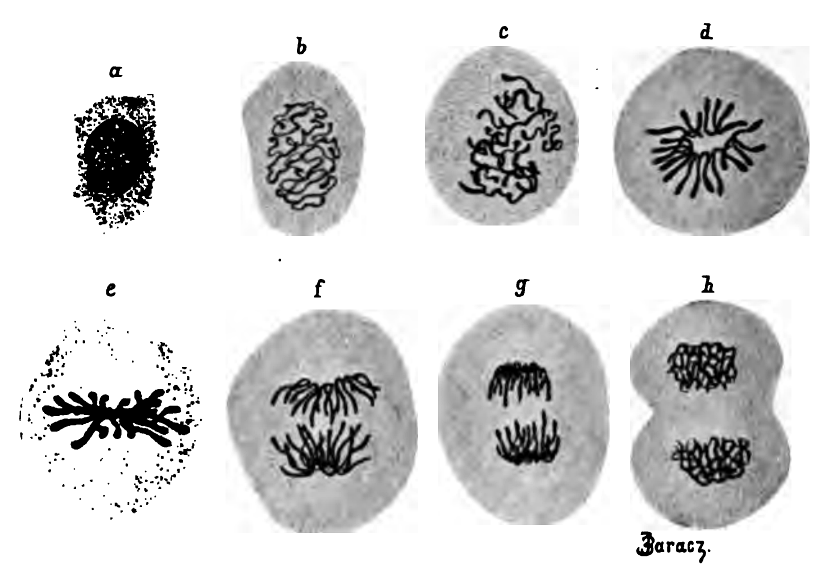


Fig. 4.

Kernteilungsbilder in den Epithelzellen der Hornhaut der Froschlarve.

Vergr. ca. 1400 mal. — Nur der chromatische Teil berücksichtigt.
a) Epithelzelle samt Kern während der Ruhe.
b) Dichter Knäuel.
c) Lockerer Knäuel.
d) Mutterstern (Monaster) von oben gesehen.
e) Mutterstern von der Seite gesehen.
f) Tochtersterne (Dyaster).
g) Die Kerne in der Anaphase. (Die Tochtersterne verschieben sich gegen die Pole.)
h) Die Tochterkerne bilden den lockeren Knäuel.

Die Kernmembran unterliegt der Auflösung und die Chromosomen lagern sich in der Äquatorialebene, indem sie den Mutterstern (Monaster) bilden. (Figg. 4d, 4e und 8.) Falls die Chromosomen Schleifen in der Gestalt des Buchstaben U darstellen, sind die Scheitel dem Zentrum und die beiden Schenkel

der Peripherie der Zelle zugekehrt. Die so gruppierten Chromosomen erscheinen, von oben gesehen, wie ein Stern. (Fig. 4d.)

Während dieses Stadiums des Muttersternes verschieben sich die Zentralkörper gegen die Pole der Zelle und die an denselben angebrachte Strahlung stellt drei Systeme dar (Figg. 8 und 9): a) die Zug- oder Mantelfasern treten in Form von Strahlbündeln auf, welche von den Zentralkörpern gegen die Chromosomen ziehen; b) die Zentralspindelfasern ziehen ununterbrochen von Pol zu Pol; c) die Polstrahlung beherrscht den ganzen Zelleib mit Ausnahme des Teils, welcher die Zugfasern und Zentralspindel einnehmen. Die Polstrahlungen überschreiten die Äquatorialebene, in welcher die Strahlen beider Zellenhälften sich kreuzen.

Jetzt tritt ein sehr wichtiger Vorgang ein, mit welchem die Metaphase beginnt. Es tritt nämlich eine Längsspaltung der Chromosomen ein, so dass ein Mutterfaden in zwei Tochterfäden zerfällt. Wenn die Chromosomen in Form von Schleifen auftreten, so beginnen die Tochterschleifen zuerst an den Winkeln der Schleifen sich voneinander zu entfernen und weichen nach entgegengesetzten Richtungen auseinander, indem sie sich den Polen nähern.

Auf diese Art entstehen aus einem Mutterstern zwei Tochtersterne (Dyaster). (Figg. 4f, 9.) Zwischen den Tochterschleifen verlaufen Verbindungsfäden, welche zur Zentralspindel gehören. In diesem Stadium des Dyaster bemerken wir, dass die Polstrahlen die Äquatorialebene nicht mehr überschreiten.

Hierauf folgt die Einschnürung des Zelleibes in der Äquatorialebene. (Fig. 10.) Während der Anaphase gehen die beiden Tochtersterne zunächst in Knäuelform (Dispirem) über; an dem Knäuel bildet sich sodann wieder die typische Struktur des ruhenden Kerns aus. (Figg. 4h u. 11.)

Die Fäden der Knäuel erhalten wieder eine zackige Oberfläche, die Fortsätze verbinden sich untereinander, es bildet sich die Kernmembran, schliesslich entsteht das Gerüstwerk des ruhenden Kernes und das Kernkörperchen tritt auf. Wir sehen also, dass die Anaphase eine Umkehrung der Prophase darstellt. Gleichzeitig bemerken wir, dass durch die fortschreitende Einschnürung der Zelleib vollständig in zwei Hälften geteilt wird.

Während der Zelleinschnürung werden die Verbindungsfasern der Zentralspindel im Äquator zusammengedrängt und gleichzeitig erscheinen in dieser Gegend innerhalb des Verlaufes

der Fasern Anschwellungen. Mit dem Fortschreiten der Zelleinschnürung tritt eine gegenseitige Annäherung dieser Anschwellungen ein und es entsteht aus denselben zwischen den Tochterzellen, welche aus der Teilung hervorgingen, der sog. Zwischenkörper. (Figg. 11 u. 13.) Die vom Zwischenkörper in den Zellenleib ausstrahlenden Fasern beginnen bald sich im Protoplasma zu verlieren, während der Zwischenkörper sich oft noch durch längere Zeit erhält.

Nach beendeter Durchschnürung des Zelleibes nimmt die Strahlung ab, schliesslich wird dieselbe bei der Rückkehr der ganzen Zelle zum Ruhezustande weniger wahrnehmbar, wiewohl sie bisweilen noch weiter besteht.

Nach Ablauf der eigentlichen Mitose kann man noch ein Schlusstadium (Telophase, M. Heidenhain) unterscheiden, in welchem Verlagerungen der Zentralkörper und Drehungon der Tochterkerne stattfinden zum Zwecke normaler Lagerung dieser Gebilde in der ruhenden Zelle.

Die epochemachenden Forschungen der letzten Jahre (Flemming, M. Heidenhain, Boveri, van Beneden, C. Rabl, v. Kostanecki etc.) werfen helles Licht auf den Mechanismus der Karyokinese. Der überwiegende Teil dieser Untersuchungen lässt den achromatischen Teil der karyokinetischen Figur (Strahlen, Zentralkörper) als einen mechanischen Apparat erscheinen, dessen aktive Bewegungen die Teilung der Chromosomen und des ganzen Zellleibes bewirken. Die Protoplasmastrahlen spielen hiebei eine thätige Rolle. Ihren Insertionsmittelpunkt bildet das Centrosoma.

Es entstehen demnach unter normalen Bedingungen während der Karyokinese aus einem Kerne zwei Kerne und aus einer Zelle zwei Zellen. Nur ausnahmsweise und hauptsächlich in pathologischen Fällen gehen aus der Teilung eines Kerns gleichzeitig mehrere Kerne hervor.

Die Vermehrung der Zellen kommt während des ganzen Lebens des Organismus vor, um andere Zellen, welche auch unter normalen Bedingungen zu Grunde gehen müssen, zn ersetzen.

Die Lebensdauer der Zelle ist sehr verschieden. Das Wachstum derselben dauert gewöhnlich, so lange ihr Leben besteht, dabei ändert sich häufig ihre ursprüngliche Gestalt, indem aus der kugeligen eine gestreckte oder sternförmige wird.

Das Absterben der Zellen macht sich zunächst am Kern bemerkbar; in demselben treten nämlich gewisse Veränderungen

auf, die man in ihrer Gesamtheit als sog. Karyolyse (Chromatolyse — Flemming) bezeichnet.

Über die endogene Zellenteilung und Knospung siehe Knorpel und Knochenmark.

Befruchtungsprozess.

Der Teilung des Eies geht immer (die Parthenogenese ausgenommen) die Befruchtung voraus. Der Befruchtungsprozess beruht auf der Konjugation der männlichen (Spermatozoon) mit der weiblichen Geschlechtszelle (Ei), um der Teilung des Eies und dadurch dem Embryo den Ursprung zu geben. Diese Verbindung der Geschlechtszellen kommt so zu stande, dass das kleine und stark bewegliche Spermatozoon in das grosse und unbewegliche Ei eindringt.

Vor der Befruchtung treten immer im Ei gewisse Veränderungen ein, welche wir unter dem Namen der Eireifung zusammenfassen. Diese letztere beruht auf der sog. Chromosomenreduktion. Der Reifungsprozess des Eies kann vor sich gehen und beendet werden, bevor das Spermatozoon in das Ei eingedrungen ist oder nachher. Dies geschieht bei verschiedenen Tieren nicht gleichartig. Auch bei den Spermatozoen tritt eine ähnliche Reduktion auf die Hälfte der Chromosomen einer somatischen Körperzelle ein. Diese Chromosomenreduktion kommt während der Bildung der Spermatozoen aus den sog. Spermatogonien zu stande, wovon an der betreffenden Stelle die Rede sein wird. Hier sei nur erwähnt, dass das Spermatozoon eine Geisselzelle ist, welche auch alle den Zellen überhaupt eigentümlichen Bestandteile enthält. Der vordere Teil des Spermatozoon, der sog. Kopf, entspricht dem Kerne, das sog. Verbindungs- oder Mittelstück enthält das Centrosoma. Die Geissel der Spermatozoon entspricht dem protoplasmatischen Teile der Zelle.

Der Prozess der Reifung und der Befruchtung ist bei einer bedeutenden Anzahl von Tieren genau untersucht worden. Wir wählen ein Beispiel und werden diese Prozesse bei einem Mollusken, Physa fontinalis, beschreiben, bei welchem die Deutlichkeit der mikroskopischen Bilder die genaueste Beobachtung beider Prozesse in allen Einzelnheiten gestattet. (Kostanecki und Wierzejski.) Hier geht der Prozess der Reifung erst nach dem Eintritte des Spermatozoon in das Ei vor sich, so dass die sog. Ausstossung der beiden Richtungskörper somit gleichzeitig mit den Anfangsstadien des eigentlichen Befruchtungs-

2*

prozesses erfolgt. Dessenungeachtet ist der Verlauf eines jeden dieser Prozesse deutlich wahrnehmbar.

Richten wir vor allem unser Augenmerk nur auf den Prozess der Eireifung. Derselbe besteht in der zweimaligen inäqualen karyokinetischen Teilung der Eizelle. Wir bemerken, dass dieser Prozess, wie bei jeder Zellteilung, damit beginnt, dass der Eikern beim gleichzeitigen Auftreten der Zentralkörper und der Strahlung in Chromosomen zerfällt. (Fig. 12.) Bald rückt die karyokinetische Figur gegen die Eioberfläche vor, indem sie infolge Spaltung der Chromosomen (Metakinese) vom Stadium des Muttersternes in zwei Tochtersterne übergeht. Es bildet sich auf der Eioberfläche ein Hügel, in den eine Hälfte von Chromosomen und ein Centrosoma mit einer Hälfte der Zentralspindel (I. Richtungsspindel) zu liegen kommen. Unter Bildung eines Zwischenkörpers erfolgt die Abschnürung des ersten Richtungskörpers. (Fig. 13.)

Jetzt wiederholt sich derselbe Prozess zum zweitenmale auf folgende Weise. Die Vorbereitung zu dieser abermaligen Teilung sehen wir oft schon sehr zeitig darin, dass, während der erste Richtungskörper sich noch nicht gänzlich abgeschnürt hat, der Zentralkörper an dem im Ei gelegenen Pol sich bereits in zwei geteilt hat. (Fig. 13.) Diese Centrosomen lagern sich bald an den Polen der karyokinetischen Figur, welche aus den im Ei zurückgebliebenen Chromosomen gebildet wird. (Fig. 14.) Diese Chromosomen machen die zur Bildung des ruhenden Kernes führenden Stadien nicht durch; sie stellen zuerst das Muttersternstadium dar und gehen sodann in das Stadium des Dyasters über. (Fig. 15) Währenddessen unterliegen die Chromosomen der Spaltung nicht, sondern lagern sich in zwei Reihen, deren jede die Hälfte der ursprünglichen Menge der Chromosomen enthält. Die ganze karyokinetische Figur schiebt sich unter die Eioberfläche, baucht dieselbe auf, und der protoplasmatische Hügel nimmt die eine Hälfte der karyokinetischen Figur in sich auf. (Fig. 15.) Jetzt tritt die Abschnürung des zweiten Richtungskörpers ein, ähnlich der des ersten, womit der ganze Reifungsprozess zu Ende geht.

Infolge dieser zweiten Teilung der Eizelle, welche unmittelbar nach der ersten ohne Pause eingetreten ist, besitzt das Ei die Hälfte der Chromosomen anderer (somatischer) Zellen des Tieres, von welchem das Ei herrührt. Auch während der Entwicklung der Spermatozoen geht in denselben eine Chromosomen-

reduktion vor sich, so dass die reifen Geschlechtszellen (sowohl das reife Ei als auch das Spermatozoon) im Vergleiche mit somatischen Zellen nur die Hälfte der Chromosomen enthalten, ihr Kern somit eigentlich nur den Wert einer Hälfte anderer Kerne besitzt. Durch die Befruchtung, bei welcher die Vereinigung beider je eine Hälfte der Chromosomen enthaltenden Kerne eintritt, geschieht die Ergänzung zur normalen Menge der Chromosomen.

Jetzt der eigentliche Befruchtungsprozess. Bei einigen Tieren beginnt der Befruchtungsprozess, d. i. das Eintreten der Spermatozoen ins Ei, erst nach der Ausstossung des zweiten Richtungskörpers. In unserem Falle ist der Befruchtungsprozess, wenn der Reifungsprozess zu Ende geht, schon längst im Gange, denn beide Prozesse beginnen gleichzeitig. Bei der Physe gelangt das ganze Spermatozoon in der Regel in das Innere des Eies (Fig. 12.), bei anderen Tieren dringt gewöhnlich nur der Kopf und das Mittelstück in das Ei.

Da die Rolle der Geissel nach dem Eintritt des Spermatozoons in das Ei bereits beendet ist, unterliegt sie als überflüssig der Resorbtion. Rings um das Spermacentrosom, welches im Mittelstücke des Spermatozoons in das Ei eingetreten ist, entsteht innerhalb des Eiprotoplasmas eine neue Strahlung. (Figg. 13, 14.) Das Centrosoma, welches beim Eindringen des Spermatozoons ins Ei hinter dem Spermakopf gelegen ist, kommt infolge der Umdrehung des ganzen Spermatozoons um 180° vor den Spermakern.

Die Strahlung und das Centrosoma des Samenfadens rühren von dem im Mittelstück des Spermatozoons eingeführten Protoplasma her und wachsen gleichmässig auf Kosten des Eiprotoplasmas. Das Spermacentrosom unterliegt der Teilung, wobei sich die Centralspindel bildet. (Figg. 14—16.)

In diesem Stadium der Befruchtung ist der Reifungsprozess des Eies gewöhnlich beendet und der Eikern wächst zur Bläschenform heran (Fig. 16). Der Spermakern beginnt jetzt gleichfalls aufzuquellen, gewinnt ebenfalls ein bläschenförmiges Aussehen und beginnt sich dem Eikern zu nähern, wobei das Spermacentrosoma (resp. die Centrosomen samt der Zentralspindel) dem Spermakern vorangehen. (Figg. 15, 16.) Die beiden Kerne stellen immer grössere Bläschen dar und nähern sich unmittelbar einander, während dessen die Strahlen des Eicentrosomas allmählich an Umfang und Intensität abnehmen. Die Spermastrahlung beherrscht unterdessen die ganze Eizelle immer mehr. Endlich verschwindet die Eistrahlung samt dem Eicentrosoma spurlos, weil die Auf-

gabe, sowohl der Protoplasmastrahlen, wie auch des Centrosomas der Eizelle nach der Entfernung des zweiten Richtungskörpers bereits beendet ist. (Figg. 16, 17.)

Die vom Samenfaden stammende Strahlung tritt mit dem Kerngerüst und den späteren Chromosomen des Eikerns in Verbindung.

Mit diesem Augenblicke ist der Befruchtungsprozess als solcher abgeschlossen. Beide Kerne machen jetzt das Vorbereitungsstadium und das Knäuelstadium durch und beide zusammen geben einem Mutterstern den Anfang. (Figg. 18, 19.)

Der weitere Prozess unterscheidet sich gar nicht von der gewöhnlichen Mitose. Diese karyokinetische Figur soll Furchungskerne bilden, deren jeder eine gleiche Menge weiblicher und männlicher Kernsegmente erhält. Die Menge der Chromosomen der karyokinetischen Figur im befruchteten Ei gleicht der Summe der Chromosomen des reifen Eies plus den Chromosomen des Spermatozoons, d. i. dasselbe besitzt die volle Anzahl der Chromosomen, welche anderen somatischen Zellen der betreffenden Tierart eigen ist. Die Strahlensysteme und die Centrosomen der ersten Furchungsspindel (Fig. 19) rühren, wie dies soeben bemerkt wurde, von der Spermastrahlung und dem Spermacentrosom her.

B. Gewebe.

Die niedrigsten tierischen Organismen (protozoa, Urtiere) sind einzellige Gebilde. Da hier nur eine Zelle den ganzen Organismus bildet, muss dieselbe alle Lebensfunktionen ausüben. Die den Urtieren übergeordneten Organismen sind aus vielen Zellen zusammengesetzt (Metazoa), welche alle jedoch von einer einzigen Zelle, d. i. dem befruchteten Ei durch eine fortgesetzte Folge von Teilungen abstammen. Alle diese Zellen sind in den frühesten Embryonalstadien einander ähnlich, haben eine für Embryonalzellen charakteristische, beinahe kugelige, rundlich-vieleckige Gestalt. Mit fortschreitender Entwicklung weisen jedoch die Zellen immer grössere Unterschiede untereinander auf, sie beginnen sich zu differenzieren. In einem solchen, in der Entwicklung begriffenen mehrzelligen Organismus sind die sich differenzierenden Zellen zur Erfüllung aller Lebensfunktionen nicht mehr geeignet, wie dies bei den einzelligen Tieren der Fall war; es sind vielmehr bestimmte Zellen nur zu gewissen Funktionen fähig. Wir sehen hierin den Ausdruck einer Arbeitsteilung. Diese in

einer gewissen Richtung differenzierten Zellen, welche nur zu gewissen Funktionen geeignet und nach gewissen Gesetzen gelagert sind, bilden das Gewebe. Unter einem Gewebe verstehen wir demnach einen Komplex gesetzmässig angeordneter, in einer bestimmten Richtung differenzierter und zu einer bestimmten Thätigkeit geeigneter Zellen.

Die Gewebe bestehen jedoch nicht bloss aus Zellen, sondern auch aus Produkten derselben, welche wir unter den Begriff Intercellularsubstanzen zusammenfassen, die bei jedem einzelnen Gewebe ausführliche Besprechung finden werden. Die Intercellularsubstanz ist in gewissen Fällen als Ausscheidung der Zellen, in anderen als Umwandlungs-Produkt der oberflächlichen Partien des Zellprotoplasma zu betrachten. Dieselbe fehlt in ganz frühen, jungen, embryonalen Geweben und wird erst im Laufe der Zeit durch die Zellen gebildet.

Die verschiedenen Gewebe verbinden sich unter mannigfaltigen Combinationen zu Organen, d. h. Körpern von einem bestimmten inneren Bau und einer bestimmten äusseren Gestalt, welche einem speziellen physiologischen Zwecke dienen. Nur ausnahmsweise besteht ein Organ ausschliesslich aus einem Gewebe wie z. B. die Linse; gewöhnlich beteiligen sich an seinem Aufbau mehrere, manchmal alle Gewebsarten z. B. beim Darm, der Haut.

Die Einteilung der Gewebe gehört zu den schwierigen Aufgaben der Gewebelehre. Dieselbe ist künstlich. Sie kann auf einer einheitlichen, z. B. rein morphologischen Grundlage nicht durchgeführt werden, da sie nicht nur die Form und Bau bedingenden Funktionen, sondern auch die Entwicklung und die chemischen Eigenschaften der Gewebe berücksichtigen muss. Die Versuche der Unterscheidung der Gewebe nach ihrem embryonalen Ursprung führten nicht zum Ziele, denn es können dieselben Gewebe verschiedenen Ursprungs sein. Die gegenwärtig allgemein angenommene (Leydig, Kölliker) Einteilung der Gewebe ist die nachstehende. Man unterscheidet: 1. Epithel- (und Drüsen-) gewebe, 2. Stütz- und Füllgewebe, 3. Muskelgewebe, 4. Nervengewebe.

Die charakteristischen Merkmale der einzelnen Gewebe werden wir bei der speziellen Besprechung der letzteren anführen.

Die zwei letztgenannten Gewebe werden nur in tierischen Organismen angetroffen, deshalb nennen wir sie animale Gewebe, während wir die zwei ersteren, welche auch im Pflanzenorganismus auftreten, vegetative Gewebe nennen können.

I. Das Epithelgewebe.

Das Epithelgewebe ist ausschliesslich aus dicht nebeneinander gelagerten Zellen zusammengesetzt, welche den protoplasmatischen Körper und den Kern aufweisen.

Die Intercellularsubstanz ist hier ad minimum reduziert und tritt in Form einer die Zellen mit einander verbindenden Kittsubstanz auf.

Eine eigentliche Zellmembran fehlt gewöhnlich; wir finden nur die äussere Schicht der Zelle etwas fester. Die Einteilung des Epithelgewebes stützt sich hauptsächlich auf die Aufgabe, welche dasselbe zu erfüllen hat.

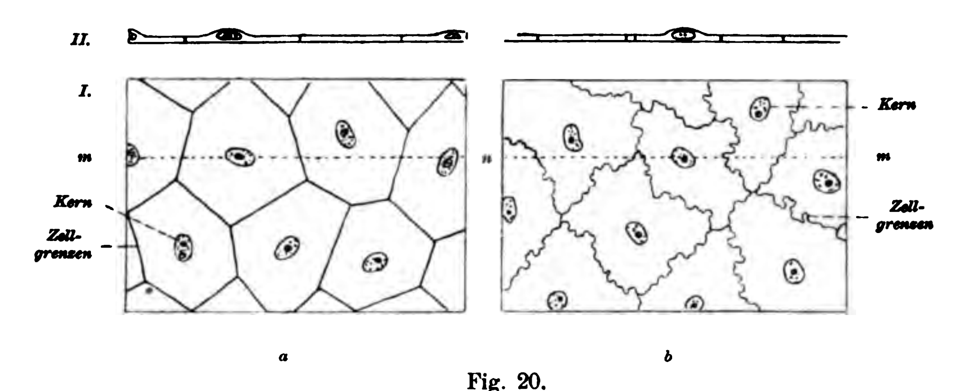


Fig. 20.

Schema eines platten Epithels.

I. Von oben gesehen.
II. Von der Seite gesehen nach Durchschnitt der Linie *m n*.
a) Die Zellgrenzen stellen sich als gerade Linien dar.
b) Die Zellgrenzen stellen sich als vielfach gebrochene Linien dar.

Es deckt nämlich die äussere Oberfläche des Körpers und kleidet die Hohlräume im Innern desselben aus, indem es zusammen die sogen. Deck- oder Begrenzungshäute bildet.

Hat das Epithelgewebe ferner die Bestimmung, auszuscheiden und zu resorbieren, so heisst es Drüsenepithel (Drüsengewebe), hat es schliesslich die Fähigkeit, gewisse Reize von der Aussenwelt aufzunehmen und dieselben dem Nervengewebe zu übermitteln, so bildet es das sog. Sinnesepithel.

Auf Grund der Formverhältnisse seiner Elemente kann das Epithel in plattes und cylindrisches eingeteilt werden.

Das platte Epithel besteht aus mehr oder minder regelmässig mehrseitigen Zellen, deren Höhe im Vergleiche mit den zwei übrigen Dimensionen nur sehr unbedeutend ist.

Im Flächenbilde erscheinen die Zellgrenzen als gerade oder als zackige Linien. Der kugelige oder ovale Kern liegt gewöhnlich mehr oder weniger in der Mitte der Zelle. Figur 20 stellt das platte Epithel von oben und von der Seite betrachtet dar. Wir bemerken, dass die Zelle in der Gegend des Kernes mehr Protoplasma enthält und daher dort dicker erscheint. (Figg. 20 u. 21.)

Im Cylinderepithel übertrifft im Gegenteile die Höhe die zwei anderen Dimensionen. Die Zellen des Cylinderepithels haben die Gestalt mehr oder weniger langer mehrseitiger Säulen, Prismen oder Pyramiden. Der Kern kann in der Mitte der Zelle liegen oder mehr nach oben oder unten verschoben sein. Die Centrosomen in den Cylinderepithelien liegen im Protoplasma zwischen dem Kern und der freien Epitheloberfläche und nehmen oft eine ganz oberflächliche Lage ein, indem sie gewöhnlich in Form eines einfachen oder doppelten Körnchens auftreten.



Fig. 21.
Platte Epithelzellen aus der Mundschleimhaut des Menschen, isoliert.
Ca. 375 mal vergrössert.

Zwischen den niedrigen Platten- und den höheren Epithelzellen finden wir Übergangsformen. Solche Übergangszellen, bei welchen alle drei Dimensionen gleich sind, nennen wir kubische Epithelzellen.

Das Cylinderepithel kann gewisse Modifikationen, Änderungen aufweisen. Trägt es an der freien Fläche während des Lebens sich bewegende Härchen (Wimpern, Flimmern), so heisst es Wimper- oder Flimmerepithel. (Fig. 22.) Zeigen die Zellen an der freien Fläche einen mehr oder minder deutlich senkrecht zur Oberfläche gestreiften hellen Saum, dann heissen sie Cylinderzellen mit Cuticularsaum. Hat sich schliesslich das Protoplasma im oberen Teile der Zelle in Schleim umgewandelt und die Zelle in diesem Teile in Form eines Bechers s ausgebuchtet, dann haben wir es mit sog. Becherzellen zu thun. (Fig. 22.)

Bei den Flimmerzellen muss man sich gewisse Einzelheiten merken, welche nicht immer sichtbar sind und deren Unter-

suchung Schwierigkeiten darbietet. Die Flimmern müssen nämlich als haarförmige Ausläufer des Zellprotoplasma betrachtet werden, welche die Fähigkeit besitzen, sich einförmig und in einer bestimmten Richtung zu bewegen. Manchmal lassen solche Flimmern eine Zusammensetzung aus mehreren Teilen erkennen, welche einfach oder doppelt, stärker oder schwächer lichtbrechend sind.

Dieser komplizierte Bau ist an einer schematischen Zeichnung der Flimmerzellen von Anodonta zu sehen. (Fig. 23.) Hier erscheinen die Zellen von einer Cuticula bedeckt. Dicht unter ihr bemerken wir eine Reihe sog. Basalkörperchen, welche

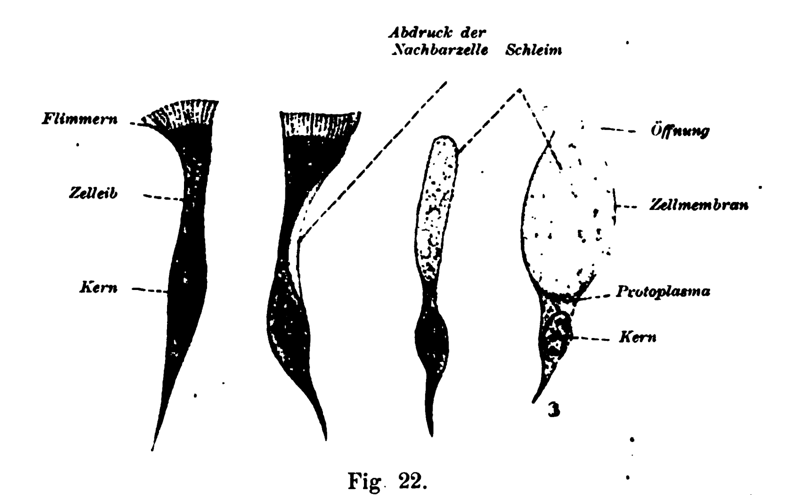


Fig. 22.
Isolierte zwei Flimmer- und zwei Becherzellen aus dem Oesophagus des Frosches.
Ca. 520 mal vegrössert.

nach den neuesten Untersuchungen (v. Lenhossék, Henneguy) höchst wahrscheinlich als Zentralkörper zu betrachten sind. Die Flimmerhaare durchsetzen die Cuticula. Innerhalb der Cuticula bestehen gewöhnlich im Verlaufe der Flimmerhaare Verdickungen in Form von Körnern (Bulbus). In der Zelle selbst finden wir oft innerhalb des Protoplasma einen Fadenapparat, welcher an den Basalkörperchen seinen Anfang nimmt, gegen den Kern zu verläuft und die faserige Struktur des Protoplasma bedingt. Diese Fasern, Basalkörperchen und Flimmerhaare sind mit einander in ein kontinuierliches Ganzes vereinigt.

Man nahm früher an, dass diese Fäden die Bestimmung haben, die vom Kern ausgehenden Impulse, gleichsam wie Nervenfasern in die Flimmerhaare

fortzuleiten. Diese Ansicht war jedoch nicht haltbar, angesichts der Thatsache, dass die abgeschnittenen Teile der Flimmerzellen, welche keinen Kern besitzen, längere Zeit hindurch noch fähig bleiben, die Flimmern in Bewegung zu erhalten. Andere Autoren betrachten diese Fäden als intracellulare Nervenendigungen (Eimer, Apáthy). v. Lenhossék und Peter schreiben den Basalkörperchen die Bedeutung eines Motors der Flimmerbewegung zu.

Der am Darmepithel deutlich auftretende Cuticularsaum ist ein Produkt der Zellen. Die senkrechte Streifung ist nach den Untersuchungen R. Heidenhains eine Folge des Eindringens der feinen Ausläufer des Zelleibes in die homogene Saummasse und eines von dieser Masse verschiedenen Lichtbrechungsvermögens. Diese Ausläufer können von der Zelle zurückgezogen werden, in welchem Falle die Streifung verschwindet. (Siehe Darm.)

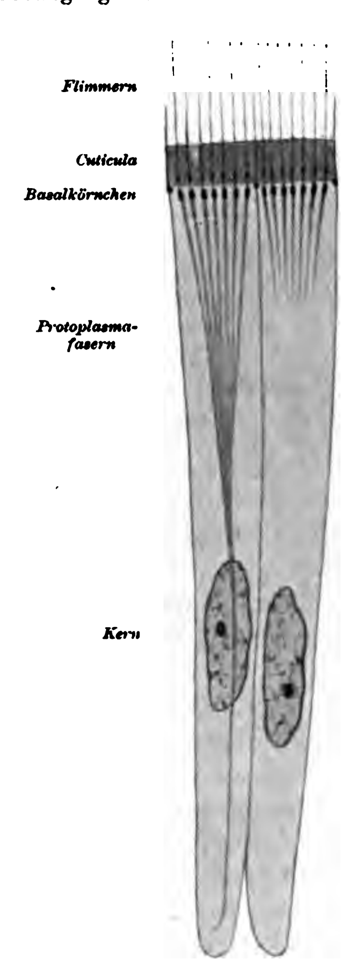


Fig. 23.
Schema des Flimmerepithels, nach Apáthy.

Zur Zeit der Thätigkeit zeigt das Drüsenepithel zuweilen an der Oberfläche einen Besatz von feinen Härchen und Stäbchen, einen sog. Bürstenbesatz (siehe Niere). Einen solchen Bürstenbesatz können wir ebenso wie Wimpern sowohl an cylindrischen wie an kubischen Epithelzellen vorfinden.

Innerhalb der Epithelzellen tritt manchmal am basalen Ende eine Längsstreifung auf, welche tiefer oder weniger tief in den Zelleib eindringt. Diese letzteren zwei Differenzierungen des Protoplasma, welchen wir in den Drüsen begegnen, erwähnen wir hier nur kurz — wir werden dieselben später ausführlicher besprechen. (Siehe Speicheldrüsen.)

Nach der Anzahl der Schichten kann das Epithelgewebe in a) einschichtiges und b) mehrschichtiges eingeteilt werden. Diese Einteilung, zusammen mit der sich auf die Form

der Zellen stützenden, berechtigt zu der Unterscheidung folgender Formen:

a) einschichtiges Epithel:

α) einschichtiges Plattenepithel (Epithel der Lungenalveolen, der inneren Gefässhaut, der Peritonealhöhle, des Herzbeutels und des Brustfells, der Gelenkhöhle, der Sehnenscheiden, der Schleimbeutel etc.);

β) einschichtiges kubisches Epithel (Epithel der kleinen Bronchien, einzelner Abschnitte der Harnkanälchen, der Schilddrüse, der Ausführungsgänge vieler Drüsen etc.; flimmerndes kubisches Epithel finden wir im Ovidukt, Uterus und in feinen Bronchien);

γ) einschichtiges Cylinderepithel in vielen grösseren Drüsenausführungsgängen, im Darmkanal etc.

und b) mehrschichtiges Epithel (Fig. 24):

α) mehrschichtiges Plattenepithel. Die oberflächlichen Schichten bestehen aus Plattenzellen; Epithel der Cornea, der Scheide, der Mundhöhle, der Speiseröhre, der Haut etc;

β) mehrschichtiges Cylinderepithel. Die oberflächlichste Schicht besteht aus Cylinderepithel, die tiefste Lage aus kubischen oder polyedrischen Zellen, z. B. im Ureter, in der Harnblase etc. Dasselbe mit Flimmern an der Oberfläche: im Kehlkopfe, der Trachea und den grossen Bronchien, im Vas deferens, in der Epidydimis etc.

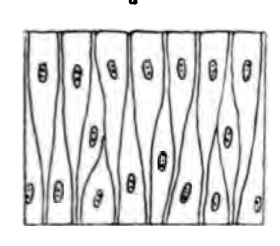
Nicht alle Elemente eines aus cylindrischen Zellen bestehenden Epithelbelags müssen dieselben morphologischen Merkmale aufweisen; es können vielmehr neben einfachen Cylinderzellen auch Flimmerzellen, Becherzellen und mit einem Cuticularsaum versehene Zellen angetroffen werden.

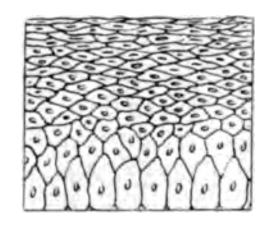
Als Übergangsbildung vom einschichtigen zur mehrschichtigen Epithel kann das sog. mehrzeilige oder mehrreihige Epithel angesehen werden. (Fig. 24a.) Auch hier erreichen alle Zellen die gemeinsame obere Fläche und die an das Bindegewebe anstossende, untere Grenze. Während aber alle Zellkerne des typischen einschichtigen Epithels ungefähr in gleicher Höhe liegen, gleichsam eine Zeile bilden, sind sie im mehrzeiligen Epithel gegeneinander verschoben. Durch die Mittelpunkte gleich hoch gelegener Kerne kann man sich hier mehrere einander parallele Linien — Zeilen — gelegt denken. Solche Zellen tragen gewöhnlich Flimmern an der freien Oberfläche wie z. B. im Kehlkopf etc.

Was das mehrschichtige Epithel betrifft, so begegnen wir gewöhnlich in verschiedenen Schichten desselben Zellen verschiedener Gestalt. Wir bemerken z. B. des öfteren unten höhere Cylinderzellen, je weiter nach oben, desto niedrigere sog. Übergangsformen zu platten Zellen, welche sich an der oberen

Fläche befinden. Ein solches Epithel könnte man **mehrschichtiges Plattenepithel** nennen. (Fig. 24 b.) So verhält sich das mehrschichtige Epithel in der Epidermis, in der Mundhöhle, in der Speiseröhre, in der Hornhaut, in der Scheide u. s. w. In der Epidermis, kennzeichnet sich dieses Epithel dadurch, dass das Protoplasma der äusseren Schichten beim gleichzeitigen Schwund des Kernes einem chemischen Prozesse, der sog. **Verhornung** (siehe Haut), unterliegt.

Das mehrschichtige Epithel kann sich jedoch bezüglich der Lagerung der Zellen auch umgekehrt verhalten, so dass wir oben höhere Zellen als unten vorfinden, somit an der oberen Aussenfläche cylinderförmiges Epithel mit oder ohne Flimmern, unten dagegen polyedrische Zellen, welche den Übergangsformen zwischen den platten und cylindrischen Zellen entsprechen.





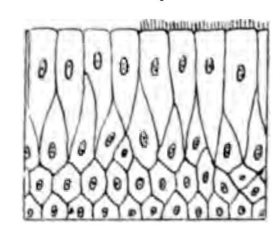


Fig. 24.

a) Schema eines mehrzelligen Epithels.
b) Schema eines mehrschichtigen Plattenepithels.
c) Schema eines mehrschichtigen Cylinderepithels resp. eines Flimmerepithels.

(Fig. 24 c.) Ein solches Epithel kann man **mehrschichtiges Cylinderepithel** nennen; wir finden es z. B. in den Hauptausführungsgängen mancher Drüsen.

Die Verbindung der Epithelzellen untereinander geschieht, wie wir dies bereits bemerkten, mittelst der **Kittsubstanz**, welche sich gewöhnlich nur in geringer Menge zwischen den Zellen vorfindet. Dieselbe lässt sich immer mittelst eines spezifischen Reagens, nämlich des argentum nitricum, nachweisen. Wenn wir das Epithelgewebe in eine schwache (0.1 bis 1 oder $1^1/_2$ %) Lösung von argentum nitricum eintauchen, geht die Kittsubstanz schon nach einigen Minuten eine Verbindung mit diesem Reagens ein, die unter dem Einflusse des Sonnenlichtes in kurzer Zeit dunkelbraun, dann sogar schwarz wird. Die Flächen der Zellen, welche die Kittsubstanz verbindet, sind oft ganz glatt, sie zeigen jedoch manchmal Unebenheiten, sei es

in Form von Abdrücken der Konturen der Nachbarzellen (Fig. 22) (siehe das Epithel der Mundhöhle [Fig. 21] und der Harnblase) infolge des gegenseitigen Druckes, oder aber in Form feiner Fäden oder Stacheln.

Als das am meisten typische Beispiel dieser letzteren Verbindung mittelst Stacheln oder sogenannter Intercellularbrücken werden wir die polyedrischen Zellen des in den tieferen Schichten der Epidermis liegenden Epithels beschreiben. Die Schicht dieser Zellen heisst nach ihrer Gestalt stratum spinosum und ihre Elemente nennt man Stachel- oder Riffzellen. (Fig. 25.) Wir sehen, dass diese Stacheln eigentlich Verbindungsbrücken sind, welche die Kittsubstanz durchsetzen. Diese Stacheln sind deutliche Ausläufer des Zellprotoplasmas. Solche Zellen weisen oft nach entsprechender Fixierung eine deutliche Filarmasse auf, welche in Fadenform von Zelle zu Zelle übergeht und ihre engere Verbindung bewirkt. Zwischen den Intercellularbrücken befinden sich mit einer weicheren Intercellularsubstanz ausgefüllte Räume. Diese Intercellularräume kann man von den Lymphgefässen aus injizieren und schreibt ihnen deshalb sogar die Bedeutung von Lymphräumen zu, die mangels anderer Gefässe in der Epidermis den Kreislauf der ernährenden Säfte ermöglichen sollen.

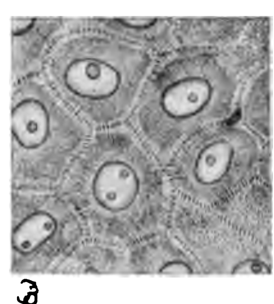


Fig. 25.
Aus einem Durchschnitte durch das geschichtete Pflasterepithel der menschlichen Epidermis.
Einige Epithelzellen des Stratum spinosum durch Intercellularbrücken miteinander verbunden. Ca. 700 mal vergrössert.

Das Epithel besitzt nämlich in der Regel weder Blut- noch Lymphgefässe. Die Gefässlosigkeit des Epithels ist allgemein anerkannt. Es sind nur wenige Stellen beschrieben worden, wo ausnahmsweise Kapillarschlingen inmitten des Epithels vorgefunden worden sind. (Gehörorgan — Retzius, Gaumenschleimhaut bei Amphibien — Maurer etc.) Dafür zeichnet sich das Epithelgewebe häufig durch Reichtum an Nerven aus.

Hier muss bemerkt werden, dass das platte Epithel der Blut- und Lymphgefässe, sowie das die serösen Häute bedeckende Epithel an einigen Stellen Lücken, sogenannte Stomata oder Stigmata aufweist. Es sind dies einfach sehr feine Öffnungen in der Kittsubstanz, welche dadurch entstanden, dass weisse Blut-

körperchen durchwanderten und sich durch die zwischen den Zellen liegende Kittsubstanz hindurchdrängten.

Im Protoplasma der Epithelzellen können sich, abgesehen von den Veränderungen, welche durch pathologische Erscheinungen, wie Degeneration und Absterben der Zellen bedingt sind, die verschiedenen chemischen Vorgänge abspielen, welche mit der Funktion und Bestimmung dieser Zellen im Zusammenhange stehen. Solche Veränderungen entstehen im Protoplasma infolge des Stoffwechsels.

Wir berühren hier nachstehende Änderungen, welche wir an den entsprechenden Stellen noch besonders besprechen werden: Verhornung (Haut, Haare, Nägel), Verkalkung (Schmelzepithel), welche beide Änderungen mechanischen Zwecken dienen, Verschleimung (Schleimdrüsen) und Verfettung (Talgdrüsen, Milchdrüsen). Die Veränderungen, welchen das respiratorische Epithel in der Lunge und das die Augenlinse bildende Epithel unterliegen, werden ebenfalls später besprochen werden.

Schliesslich müssen wir noch erwähnen, dass die Epithelzellen Einlagerungen in Form von Körnchen farbigen Pigmentes enthalten können, wie z. B. das Pigmentepithel der Netzhaut, die Haare, und die unteren Zellen der Epidermis bei farbigen Menschenrassen.

Zwischen den Zellen des mehrschichtigen Epithels können wir Nervenendigungen in Form von freiendigenden Achsencylindern begegnen (darüber später). Überdies können dort auch Zellen bindegewebiger Natur, die aus den tiefer liegenden Schichten des Bindegewebes eingewandert sind, vorkommen. Diese Zellen können Farbstoffkörnchen enthalten oder nicht und erscheinen gewöhnlich als sternförmige, stark verästelte Gebilde. Endlich können wir auch weisse Blutkörperchen vorfinden, welche zwischen den Epithelzellen eingewandert sind, und manchmal sogar bis zur Mitte der Zellen vordringen.

Das Epithelgewebe geht aus allen drei Keimblättern hervor.

Ursprünglich erscheint das Epithelgewebe in Form von Häuten dar, welche nur aus einer einzigen Zellenlage bestehen. Diese kann im Laufe der Entwicklung in ihrer ursprünglichen Anlage erhalten bleiben oder durch eine Vermehrung ihrer Elemente eine Verdickung erfahren.

In diesem letzteren Falle drängen sich bei der numerischen Zunahme der Zellen entweder neue Elemente zwischen die

früheren Zellen — alle Epithelzellen, sowohl die alten, als die neuen lehnen sich jedoch an die tiefer gelegene bindegewebige Schicht an — oder es verlieren die durch die neuen Zellen vom Bindegewebe weggeschobenen alten jeden Zusammenhang mit demselben. Im ersten Falle entsteht das zwei- oder mehrreihige (-zeilige), im zweiten das zwei- oder mehrschichtige Epithel.

Mit der weiteren Entwicklung kann das Epithelgewebe oberflächlich wuchern, indem es Epidermisgebilde, wie Haare, Nägel, Krallen, Klauen, Papillae filiformes u. s. w. bildet, oder es wächst in das tiefer liegende Gewebe ein und bildet Drüsen. Nach Mass der Abnützung der oberflächlichen Lagen des mehrschichtigen Epithels vermehren sich die unteren Schichten durch mitotische Teilung und ersetzen die verloren gegangenen obersten Schichten. Mit der Zeit werden diese jungen Zellen durch die sich unten teilenden, noch jüngeren Zellen nach oben verschoben und nach Mass der Abstossung der oberflächlichen Elemente tauchen neue aus der Tiefe auf.

An den Stellen, an welchen das Epithel mit dem Bindegewebe in Berührung kommt, sehen wir gewöhnlich einen hellen glänzenden Streifen, welcher die beiden angrenzenden Gewebe scheidet. Diese feine, strukturlose Haut heisst Basalmembran, von welcher wir nicht immer mit aller Bestimmtheit wissen, ob sie das Produkt der Epithelzellen oder des tiefer gelegenen Bindegewebes ist. In gewissen Fällen, namentlich wenn zwei Epithelschichten einander berühren und mittelst einer sehr feinen Abgrenzungslinie von einander geschieden sind, unterliegt es keinem Zweifel, dass diese letztere, welche einer Basalmembran entspricht, das Produkt des Epithels ist.

Das platte Epithel, welches aus der mittleren Keimschicht entsteht und Gelenkhöhlen, die Schleimhäute, die Sehnenscheiden, die Blut- und Lymphbahnen auskleidet, wurde seit längerer Zeit in eine besondere, unechtes Epithel oder Endothel genannte Gruppe zusammengefasst. Diese Zellen wurden sogar dem Bindegewebe beigezählt, weil sie eine Ähnlichkeit mit den platten Bindegewebszellen, welche kleine Lacunen und Spalten im Bindegewebe auspolstern, aufweisen und ebenso wie das Bindegewebe von der mittleren Keimschicht abstammen. Um jedoch eine Vermengung der Begriffe zu verhüten, ist es am besten, dieselben als Epithelialzellen mesodermaler Abstammung zu betrachten, dagegen die Benennung Endothel als überflüssig anzusehen, denn es wäre nicht vorteilhaft eine Mittelgruppe zu bilden, welche sich an der Grenze zwischen dem Epithel und Bindegewebe befinden würde. Diese Zellen sind dem Epithelgewebe deshalb beizuzählen, weil sie in charakteristischer Weise nebeneinander gelagert sind und eine geringe Menge Kittsubstanz besitzen, was eben die entscheidenden Merkmale des Epithelgewebes

ausmacht, dagegen keine Eigenschaft besitzen, welche ihrer Beizählung zum Epithel im Wege stehen würde.

Es muss jedoch gleichzeitig bemerkt werden, dass zwischen den epithelartig angeordneten Bindegewebszellen und dem platten Epithel ganz genaue Grenzen sich doch manchmal kaum ziehen lassen.

Drüsenepithel und Drüsen.

Die Drüsen bestehen fast ausschliesslich aus Epithelgewebe. In jedem Falle sind die wichtigsten, die absondernden Elemente Epithelzellen; deshalb werden wir hier im Zusammenhange mit dem Epithelgewebe vorerst den Bau der Drüsenzellen besprechen, sodann die Einteilung und den Bau der Drüsen selbst in Betracht ziehen.

Das Drüsenepithel ist ein Epithel mit sekretorischer Funktion. Unter Sekretion versteht man die Produktion und Absonderung solcher Stoffe, welche als Material zum Aufbau des Organismus nicht verwendet werden. Diese vom Drüsengewebe ausgeschiedenen Produkte können noch im Organismus Verwendung finden, in diesem Falle nennen wir sie Sekrete; oder sie können, ohne im Körper Verwertung gefunden zu haben, einfach nach aussen ausgeschieden werden, dann heissen sie Exkrete. Wenn diese sich im Organismus anhäufen, so können sie ihm schädlich werden. Die eben genannten Funktionen können entweder von einer einzigen Zelle ausgeübt werden, dann haben wir es mit sogenannten einzelligen Drüsen zu thun oder es sind mehrere zu einem Ganzen verbunden, dann haben wir es mit mehrzelligen oder eigentlichen Drüsen zu thun.

Als Beispiel einzelliger Drüsen seien die sogenannten Becherzellen beschrieben, deren wir bereits als einer Modification der Cylinderepithelzellen Erwähnung thaten. Die Becherzellen bilden aus ihrem Protoplasma Schleim. (Fig. 22.) Sie bestehen aus zwei Teilen, dem unteren plasmatischen, welcher den Kern enthält, und dem oberen, bis an die Oberfläche des Epithels heranreichenden Teil, der aus Schleim besteht. Wenn dieser reichlich vorhanden ist, so erscheint der obere Teil der Zelle ausgebuchtet, so dass sie sich im ganzen mit einem Becher wohl vergleichen lässt. Die Verwandlung des Protoplasma in Schleim findet in dem ausgebuchteten Teil der Zelle statt. Der basale Teil der Zelle stellt sich dünn und oft zugespitzt dar.

Es ist wahrscheinlich, dass z. B. im Darmtractus oder in den Bronchien jede, sei es mit einem Cuticularsaum oder mit Flimmern versehene Zelle des cylindrischen Epithels die

Fähigkeit hat, durch Verwandlung ihres Protoplasma in Schleim, in eine Becherzelle überzugehen, wir es daher in diesem Falle nicht mit ursprünglich spezifischen Zellen zu thun haben. In solchen Zellen beginnt die Umwandlung in Schleim im oberen, der freien Oberfläche zugekehrten Teile der Zelle. In dieser Partie bemerken wir, dass der Schleim sich innerhalb des Protoplasma in Form feiner, heller Kügelchen anzusammeln beginnt. Die Kügelchen vergrössern sich, fliessen zusammen, schliesslich bildet bloss eine geringe Menge des unveränderten Protoplasma im oberen Teile der Zelle für den angesammelten Schleim eine Art Gerüst in Form eines Netzes. Zur Zeit der Verwandlung in eine Becherzelle bildet sich an der Oberfläche eine Zellmembran, welche bei ihrer Widerstandsfähigkeit das Austreten des Sekretes nach aussen hindert. Im Stadium der starken Anfüllung der Zelle mit Schleim finden wir im unteren Teile der Zelle sehr wenig Protoplasma. Dieses und der im unteren Teile der Zelle befindliche, mit einer, wenn auch minimalen Menge des Protoplasma umgebene Kern unterliegt oft einer bedeutenden Abplattung infolge Druckes durch den oben angesammelten Schleim.

Wenn schliesslich die Ausfüllung mit Schleim die äusserste Grenze erreicht, platzt die Zellmembran oben und durch die entstandene Öffnung ergiesst sich der schleimige Inhalt aus der Zelle nach aussen, wodurch die letztere naturgemäss eine starke Reduktion ihrer Masse erfährt und wie kollabiert erscheint. Gewöhnlich sehen wir die Becherzellen zwischen anderen Zellen des Cylinderepithels einzeln zerstreut. Sie sind wahrscheinlich im stande, diese Verwandlung mehrmals durchzumachen und sich wieder in die ursprünglichen protoplasmatischen Cylinderzellen zurückzubilden, bis sie endlich absterben und ausgeschieden werden.

Die Becherzellen sind im tierischen Organismus sehr verbreitet. Wir finden dieselben vor allem im Epithel des Respirationstraktus (Trachea, Bronchien) und im Darmtraktus (Magen, Dünn- und Dickdarm).

In gewissen Organen, z. B. in den Schleimdrüsen finden wir Zellen, welche den Becherzellen vollkommen entsprechen, es sind dies jedoch spezifische Drüsenzellen.

Wir gehen jetzt zu den mehrzelligen Drüsen über. Dieselben können aus bloss einigen oder aus unzähligen Drüsenzellen bestehen. Jedenfalls bilden sie ein gewisses Ganzes, welches in das Bindegewebe eingeheftet ist.

Die Drüsenzellen sind nebeneinander gelagert und bilden die Drüsenwand, aus welcher die Sekretion in das durch sie begrenzte Drüsenlumen stattfindet. Das Drüsenlumen ist gewöhnlich von mehreren Zellen umgeben, ausnahmsweise wird dasselbe bloss von zwei Zellen begrenzt (Leber).

Oft secerniert nur der tiefer gelegene Teil der Drüse und heisst Drüsenkörper, während der, der Aussenfläche näher gelegene Teil der Drüse bei der Sekretion öfters gar keine oder eine nur sehr unbedeutende Rolle spielt, bloss den Transport des im Drüsenkörper entstandenen Sekretes vermittelt und Ausführungsgang genannt wird. In seltenen Fällen fehlt der Ausführungsgang und dann secerniert die ganze Drüse in ihrer ganzen Ausdehnung.

Die Lagerung der Drüsenelemente verleiht der Drüse eine bestimmte Form. Eben nach dieser Form und nach der Gestalt des Lumens, welches die Drüsenelemente einschliessen, findet die morphologische Einteilung der Drüsen statt. So teilen wir dieselben, je nachdem sie in Form cylindrischer Röhren (tubuli) oder kugelförmiger oder länglicher Bläschen (alveoli) gelagert sind, in tubulöse und alveoläre Drüsen. Jede dieser beiden Drüsengruppen teilen wir wieder, je nachdem dieselben aus einem oder mehreren tubuli oder alveoli bestehen, in tubulöse oder alveoläre einfache und zusammengesetzte Drüsen. (Fig. 26.)

In tubulösen Drüsen endet der einfache tubulus immer blind und kann sich winden und einen Knäuel bilden (daher Knäueldrüsen) oder er teilt sich dichotomisch und bildet dann eine einfache verästelte oder verzweigte tubulöse Drüse. Eine tubulöse zusammengesetzte Drüse besteht aus einigen tubuli, von denen jeder sich teilen und winden kann und deren Ausführungsgänge in einen Hauptausführungsgang einmünden. In den zusammengesetzten Drüsen finden wir also einen sich teilenden, in den einfachen dagegen einen sich nicht teilenden Ausführungsgang; es kann ferner in der einfachen Drüse der secernierende Drüsenkörper einer Teilung unterliegen und dadurch eine einfache verästelte oder verzweigte Drüse bilden.

Die Verzweigungen der tubulösen Drüsen können miteinander anastomosieren (z. B. der Hoden), ja die Vereinigungen können sogar so häufig sein, dass sich ein förmliches Netz bildet, daher die Benennung netzförmige oder reticuläre tubulöse Drüsen (Leber).

In die Kategorie tubulöser Drüsen gehört die Mehrzahl der Drüsen. Wir unterscheiden:

a) Unverästelte tubulöse Einzeldrüsen: die Fundusdrüsen, die Lieberkühn'schen Drüsen und die Knäueldrüsen.

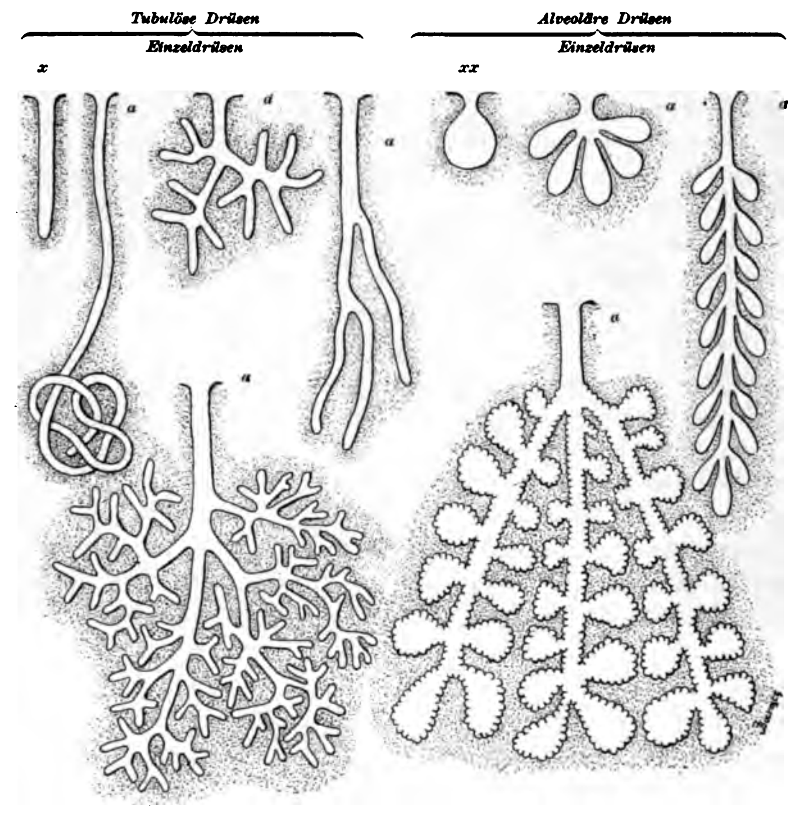


Fig. 26.

Schema der verschiedenen Drüsenformen.

a Ausführungsgang,
x einfache Röhre (Tubulus),
xx einfaches Säckchen (Alveolus).

b) Verästelte tubulöse Einzeldrüsen: Pylorusdrüsen, Brunner'sche Drüsen, die kleinsten Schleim- und serösen Drüsen der Mundhöhle und der Zunge und die Uterindrüsen.

c) Tubulöse zusammengesetzte Drüsen: die Speicheldrüsen, die Thränendrüsen, die Nieren, die Hoden, die Leber, die Cowper'sche und Bartholini'sche Drüsen und die Prostatadrüse.

Ebenso unterscheiden wir auch bei den alveolären Drüsen einfache und zusammengesetzte.

Die einfachen können wieder entweder verästelt oder unverästelt sein. Als verästelte bezeichnen wir sie dann, wenn mehrere Alveolen, welche zusammen ein Alveolensystem bilden, in einen Ausführungsgang einmünden. Vereinigen sich mehrere solcher Alveolensysteme in einer Drüse, so entsteht eine alveoläre zusammengesetzte Drüse. Hier münden ebenso, wie in einer tubulösen zusammengesetzten Drüse mehrere Ausführungsgänge in einen Hauptausführungsgang.

Hieher gehören nachstehende Drüsen:

a) Unverästelte alveoläre Einzeldrüsen: die kleinsten Talgdrüsen.

b) Verästelte alveoläre Einzeldrüsen: die grösseren Talgdrüsen und die Meibom'schen Drüsen.

c) Alveoläre zusammengesetzte Drüsen: die Lungen und die Milchdrüse.

Einige Autoren nehmen noch eine Mittelform, die sogenannten tubuloalveolären Drüsen an, indem sie der Ansicht sind, dass einige Drüsen, z. B. Speicheldrüsen am Ende der tubuli Erweiterungen in der Form kleiner Alveolen haben. Da diese Endausbuchtungen jedoch, wenn sie überhaupt vorkommen, im Vergleiche mit den langen und sich vielfach teilenden Röhrchen sehr selten und unbedeutend sind, ist es angezeigt, dieselben den tubulösen Drüsen beizuzählen.

Einige Drüsen besitzen keine Ausführungsgänge, obwohl solche embryonal angelegt waren. Im Laufe der Entwickelung haben sich dieselben geschlossen. Derartige Drüsen scheiden ihre Produkte auf zweifache Art aus, im Eierstock z. B. tritt die Eizelle als Produkt der Graaf'schen Follikel infolge Berstens derselben nach aussen, weshalb man den Eierstock eine dehiscierende Drüse nennen kann. Andere Drüsen ohne Ausführungsgang, wie Schilddrüse, Nebenniere und Hypophysis übergeben ihre Produkte dem durch diese Drüsen durchfliessenden Blute und bilden die Gruppe der sogenannten Drüsen mit innerer Sekretion. Hier muss bemerkt werden, dass einige Drüsen mit der äusseren Ausscheidung wahrscheinlich gleichzeitig gewisse Produkte bilden, welche im Wege der inneren Sekretion in den Organismus gelangen (Hoden, Leber).

Die Drüsen können auch nach den Produkten, welche sie ausscheiden, eingeteilt werden, also vor allem erstens in Drüsen, welche ganze Zellen ausscheiden (z. B. der Eierstock, Talgdrüsen), zweitens in Drüsen, welche Flüssigkeiten ausscheiden.

Die Drüsen der ersten Kategorie scheiden ganze Zellen nach aussen aus, oder die Zellen bersten und ihr Inhalt tritt aus, die Zellen gehen zu Grunde und ihre Überreste bilden einen Teil des Sekretes. Hieher gehören die Talgdrüsen, die Milchdrüse, Hoden, Ovarien, grosse Schweissdrüsen und Ohrenschmalzdrüsen. Die Drüsen der zweiten Kategorie secernieren, ohne dass ihre Zellen zu Grunde gehen, die letzteren behalten vielmehr die Fähigkeit Sekrete neuerdings zu produzieren.

Es ist schwierig, zwischen diesen beiden Arten von Drüsen eine genaue Grenze zu ziehen, da Drüsen, welche Flüssigkeiten secernieren, zeitweilig einzelne Zellen ausscheiden können.

Wir wenden uns nun der Besprechung gewisser Einzelheiten zu, welche sich auf den Bau der Drüsen im allgemeinen beziehen.

Nach aussen sind die Zellen des Drüsenepithels gewöhnlich durch eine feine Membran begrenzt (membrana propria s. basilaris). Dieselbe lässt oft keine Einzelheiten ihres Baues erkennen, erscheint strukturlos und es ist zweifelhaft, ob man sie als Produkt der Drüsenzellen ansehen soll oder ob dieselbe bindegewebigen Ursprungs ist.

In manchen Fällen lässt sie sich in platte, sternförmige Zellen, welche Kerne besitzen, zerlegen. Da diese Zellen den Drüsenkörper korbartig umfassen und sich mittelst der Ausläufer vereinigen, nennen wir sie Korbzellen.

Die Mehrzahl der Autoren zählt sie den Elementen des Bindegewebes bei, andere hingegen sehen in ihnen kontraktile Muskelelemente, sie schreiben ihnen die Fähigkeit zu, sich zusammenzuziehen und hiedurch das Sekret nach aussen auszupressen. Knapp an diese Membran stösst das Bindegewebe. Dasselbe füllt den Platz zwischen den Verzweigungen oder Windungen der Tubuli oder zwischen den einzelnen Drüsenbläschen aus. Die zusammengesetzten Drüsen sind gewöhnlich mittelst bindegewebiger Scheidewände in Läppchen geteilt; von jedem derselben führt ein Ausführungsgang in den gemeinsamen Hauptausführungsgang hinein. Ausserhalb der membrana propria verlaufen innerhalb des Bindegewebes Blut- und Lymphgefässe und Nerven.

Überdies finden wir in einigen Drüsen typische glatte Muskelelemente dicht nach innen von der membrana propria. Manchmal finden wir rings um die grösseren Drüsenausführungsgänge eine ziemlich stark entwickelte Schicht glatter Muskelelemente.

Die Drüsen gehören zu den mit Gefässen am reichlichsten versehenen Geweben. Die Blutgefässe teilen sich in feine

Kapillaren, welche die Tubuli oder die Alveolen umgeben und an die basalen Enden der Drüsenzellen grenzen. Das durchfliessende Blut liefert die Materialien zur Bildung des Sekretes, welches aus den Zellen in das Drüsenlumen gelangt. Die Drüsenzellen sind zwischen die Blutgefässe und das Drüsenlumen eingeschaltet.

Die Bestandteile des Drüsensekretes können von den Drüsenzellen direkt dem Blut entnommen werden; meistens aber liefern die Drüsen Sekrete, welche infolge spezifischer Stoffwechselvorgänge innerhalb der Drüsenzellen von den letzteren aus den vom Blute gelieferten Materialien gebildet werden. Auch kann das Sekret beiderlei Ursprungs sein.

In einigen Drüsen geht die Sekretion nicht nur an der dem Lumen zugekehrten Fläche der Zelle vor sich, sondern die letztere ist oft an allen Seiten von feinen Kanälchen, den sog. Sekretkapillaren umsponnen, welche das Sekret aufnehmen. (Siehe Speicheldrüsen und Magen.) Diese häufig miteinander anastomosierenden und zuweilen ein förmliches Netz bildenden Sekretkapillaren münden schliesslich in das Drüsenlumen.

Die aus dem den Drüsenzellen durch das Blut zugeführte Material gebildeten Produkte der Drüsen mit innerer Sekretion werden durch das Blut wieder aufgenommen und im Organismus verteilt.

Die Zellen der verschiedenen Drüsen sind dem Aussehen nach verschieden; das Protoplasma kann körnig, mit Vacuolen erfüllt, gestreift u. s. w. sein.

Das verschiedene Aussehen der Drüsenzellen ist grösstenteils von der Art des Sekretes abhängig, welches aus Talg, Schleim, Galle, Harn, Magensaft, Fermenten, Zucker u. s. w. bestehen kann; ferner ändert sich das Aussehen der Drüsenzellen je nach dem Funktionszustande der letzteren. Die Drüsenzellen innerhalb eines tubulus oder alveolus weisen in einem bestimmten Momente verschiedene Funktionszustände auf und erscheinen deshalb auch verschieden. Die einen sind mit dem Körper, welchen sie auszuscheiden haben, ausgefüllt, andere dagegen sind gleichsam geschrumpft, weil sie ihr Sekret eben abgegeben haben.

Das Gewebe der Chorda dorsalis soll hier nicht näher betrachtet werden, da letztere dauernd nur bei niederen Tieren bestehen bleibt, während sie bei Wirbeltieren nur im embryo-

nalen Leben zu treffen ist. Dieses Gewebe entspricht in Bezug auf seine Abstammung und chemischen Gehalt dem epithelialen Gewebe, durch den Umstand aber, dass es in Knorpelzellen übergehen kann (v. Ebner), steht das Gewebe den Bindesubstanzen nahe. Die Stellung dieses Gewebes ist somit nicht völlig aufgeklärt, es bildet sozusagen eine Übergangsgruppe zwischen Epithelgewebe und Bindesubstanzen.

II. Das Stütz- und Füllgewebe.

(Gewebe der Bindesubstanzen.)

Diese Gruppe von Geweben, welche die Aufgabe hat, eine Stütze für die Organe, ja sogar für den ganzen Körper zu bilden, die einzelnen Teile der Organe zu verbinden und die freien Zwischenräume zwischen denselben auszufüllen (daher die verschiedenen Bezeichnungen), weist einen grossen Reichtum an mannigfaltigen Formen auf, welche als Ergebnis der Adaptierung der Struktur zur Erfüllung der eben erwähnten verschiedenen Aufgaben im Organismus zu betrachten sind.

Es ist ein charakteristisches Merkmal, dass die Intercellular- oder Grundsubstanz in derselben gewöhnlich in bedeutender Menge vorhanden ist, so dass die zelligen Elemente sogar oft in den Hintergrund treten.

Die Bindesubstanzen sind im ganzen tierischen und menschlichen Organismus zerstreut. Dieselben lassen sich in drei Hauptgruppen teilen, und diese Teilung beruht auf der mannigfaltigen Beschaffenheit der Intercellularsubstanz, wobei die verschiedene Härte derselben und gewisse Unterschiede in chemischer Beziehung die wichtigste Rolle spielen. Die Bindesubstanzen werden in 1. Bindegewebe, 2. Knorpelgewebe, 3. Knochengewebe eingeteilt.

Die Formen dieser Gewebe unterscheiden sich manchmal bedeutend voneinander; die Zusammengehörigkeit dieser drei Gruppen findet jedoch ihre Bestätigung in Thatsachen, welche sowohl der ontogenetischen als auch der phylogenetischen Entwicklung entnommen sind: es ist vor allem die Fähigkeit dieser Gewebe, sich während der Entwicklung des Individuums ineinander umzubilden, ferner die häufig vorkommende Nachbarschaft verschiedener Formen der Bindesubstanzen ohne scharfe Abgrenzung oder einfach das Übergehen dieser Formen ineinander, schliesslich die Thatsache, dass sie in der tierischen Welt öfters einander vertreten.

So sehen wir z. B., dass das Skelett in den verschiedenen Klassen des Tierreiches aus weichem Bindegewebe, aus Knorpel- oder Knochengewebe bestehen kann, oder dass die Sklera bei höheren Wirbeltieren bindegewebig, bei einigen Fischen knorpelig oder knöchern ist. Die erwähnten drei Gruppen müssen als gleichwertig angesehen werden.

Alle Arten der Bindesubstanzen sind mesodermalen Ursprungs, d. h. sie entstammen dem mittleren Keimblatte (mesoderma).

Die embryonale Entwicklung dieser drei Gruppen beginnt immer im embryonalen Zellengewebe. Dies letztere besteht aus rundlich-vieleckigen Zellen, welche einzig die Anlage der verschiedenen Formen der Bindesubstanzgruppe bilden. In diesem frühesten Stadium fehlt somit noch die Grundsubstanz. In den etwas späteren Stadien verändern die Zellen die eigentümliche embryonale Gestalt, indem sie flacher werden, sich spindelförmig verlängern, oder durch Bildung der untereinander oft anastomosierenden Ausläufer Sternform annehmen.

Zu dieser Zeit sind diese Zellen schon in einer halbflüssigen Intercellularsubstanz gelagert, welche natürlich das Produkt dieser Zellen selbst ist. Anfangs ist dieselbe homogen, mit fortschreitender Entwicklung jedoch treten innerhalb derselben fast immer geformte Elemente, namentlich Fasern auf.

Infolge gewisser Änderungen in den Zellenelementen sowie in der Grundsubstanz, bildet sich schliesslich eine Form, welche zu einer der drei Hauptgruppen des definitiv entwickelten Gewebes der Bindesubstanzen gehört. Die Art der Entstehung der Fibrillen innerhalb der Grundsubstanz wird später, nachdem der Leser diese Elemente kennen gelernt haben wird, bei Gelegenheit der Beschreibung des fibrillären Bindegewebes besprochen werden.

Innerhalb der Lücken der Intercellularsubstanz liegen Zellen verschiedener Art. Es ist Aufgabe dieser Zellen, die Intercellularsubstanz zu nähren und dieselbe am Leben zu erhalten. Die Nährsäfte durchfliessen die Grundsubstanz von Zelle zu Zelle. Zu diesem Zwecke bestehen in den Fällen, in welchen die Grundsubstanz von härterer Konsistenz ist, besondere Wege, sog. Saftlücken. Wenn aber die Grundsubstanz weich ist, durchfliesst der Saftstrom ihre ganze Masse. Eine gute Vorstellung davon giebt der von Recklinghausen herrührende, treffende Vergleich des Saftstromes mit der Grundwasserströmung.

1. Das Bindegewebe.

Zu dieser Gruppe gehören die Gewebe, deren Intercellularsubstanz (auch Grundsubstanz genannt) nicht besonders hart ist und in welcher Mucin, Collagen oder Elastin enthalten ist. Hier können wir noch einige Arten unterscheiden:

a) Das embryonale Bindegewebe (Gallertgewebe, Schleimgewebe) besteht aus runden oder sternförmigen Zellen,



Fig. 27.

Embryonales Bindegewebe aus der subcutanen Schicht der Haut eines 3½ Tage alten Hühnerembryos.

Ca. 610 mal vergrössert. Man sieht zwei karyokinetische Figuren.

welche mittelst Ausläufer verbunden sind, zwischen welchen eine grosse Menge homogener schleim- (mucin-) haltiger Zwischensubstanz liegt. (Fig. 27.) Das Mucin lässt sich mittelst Essigsäure nachweisen, mit welcher es einen körnigen Niederschlag bildet.

Auf diese Art stellt sich jedoch bloss das Gewebe bei jungen Embryonen dar, wo es eine Vorstufe des fibrillären Bindegewebes eines ausgewachsenen Tieres bildet.

Bei älteren Embryonen bemerken wir dagegen innerhalb der Intercellularsubstanz Bindegewebsfibrillen. So z. B. verhält sich das Gallertgewebe im Nabelstrang, wo es Whartonsche Sulze heisst, wie auch in der embryonalen Cutis. Das Gallertgewebe ist eigentlich nicht als besondere Gewebsart zu betrachten, sondern bloss als embryonales Stadium des bald zu besprechenden fibrillären Bindegewebes.

Dem Gallertgewebe wird auch der Glaskörper des Auges beigezählt, wo die homogene Grundsubstanz eine sehr bedeutende Entwicklung erreicht und die runden Zellen zum grossen Teile zu Grunde gehen.

b) Das retikuläre Bindegewebe (adenoides Bindegewebe) besteht ausschliesslich aus sternförmigen Zellen, welche untereinander durch Ausläufer anastomosieren. Die durch Ausläufer verbundenen Zellen bilden ein Netz; in den Knotenpunkten liegen die Kerne. (Fig. 28.) Diese Zellen können feine Fibrillen bilden. Die eigentliche Grundsubstanz fehlt hier, sie ist durch die Lymphe vertreten.

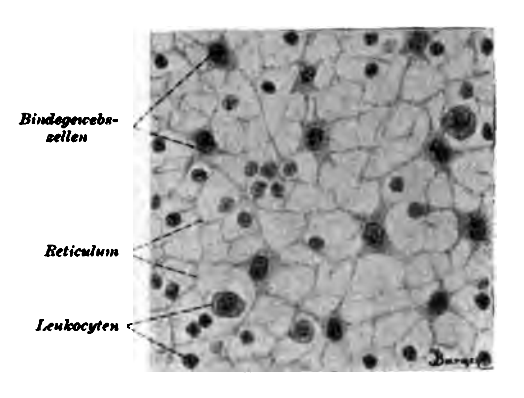


Fig. 28.

Retikuläres Bindegewebe aus einer Lymphdrüse der Katze.

Pinselpräparat. Vergrösserung ca. 430 mal.

Einige Autoren (Ranvier, Stöhr) sprechen über den Bau dieses Gewebes eine abweichende Ansicht aus. Sie behaupten nämlich, dass das Netzwerk bei ausgewachsenen höheren Tieren nicht aus Zellen mit Ausläufern, sondern aus sich kreuzenden Bindegewebsfibrillenbündeln gebildet ist. An den Kreuzungs- oder Knotenpunkten sollen sich platte Zellen, deren Grenzen sich nach ihrer Ansicht mittelst des Argentum nitricum nachweisen lassen, befinden. In diesem Falle würden bei der Bildung des retikulären Bindegewebes zwei Elemente zusammenwirken: die Fibrillenbündel und die Zellen.

Bei dieser Ansicht über das retikuläre Bindegewebe könnte

man es für eine Art des fibrillären Bindegewebes halten. Gegen Agentien verhält sich retikuläres Bindegewebe ähnlich wie fibrilläres Bindegewebe (siehe weiter), es widersteht aber der Einwirkung derselben länger als das fibrilläre Bindegewebe und giebt beim Kochen keinen Leim (Mall).

Das retikuläre Bindegewebe befindet sich im Thymus, in den Lymphknoten, in der Milz, in den Mandeln, in den Solitärfollikeln, woselbst es das Gerüst für die Leukocyten bildet. Diese letzteren kann man aus den Schnitten dieser Organe durch Auspinseln oder Ausschütteln entfernen, sodann bleibt das Netz des adenoiden Gewebes zurück.



Fig. 29.

Das lockere fibrilläre Bindegewebe aus der Subcutis der Ratte.

Ca. 300 mal vergrössert.

c) Das fibrilläre Bindegewebe. Die Intercellularsubstanz weist geformte Bestandteile in Form von Fasern zweierlei Art auf: die Bindegewebsfibrillen und elastischen Fasern, überdies enthält es Zellen verschiedener Art. (Fig. 29.)

Intercellularsubstanz. α) Die Bindegewebsfibrillen bestehen aus Collagen, d. i. gekocht liefern sie Leim (Glutin). Diese Fibrillen verlaufen immer in Bündeln (Fig. 30), indem sie mittelst Kittsubstanz, welche in Kalkwasser, Barytwasser oder in einer gesättigten wässerigen Lösung von Pikrinsäure löslich ist, verbunden sind. Die Fibrillen selbst teilen sich niemals, nur die Bündel können sich dichotomisch verzweigen. Diese Fibrillen schwellen in Essigsäure und in Kali- oder Natronlauge auf, und lösen sich beim Kochen in verdünnten

Säuren und verdünnter Kalilauge. In Pepsin sind sie leicht, in Trypsin nicht verdaulich.

β) Die elastischen Fasern befinden sich im fibrillären Bindegewebe in einer bedeutend geringeren Menge als die früher angeführten. Dieselben können dicker oder dünner sein, sie verlaufen immer einzeln, ohne Bündel zu bilden, teilen sich oft dichotomisch (Fig. 29) und anastomosieren miteinander, indem sie auf diese Art Netze bilden können. Sie zeichnen sich durch eine stärkere Lichtbrechung und Elasticität aus. Wenn wir auf fibrilläres Bindegewebe mit Essigsäure oder Alkalien einwirken,

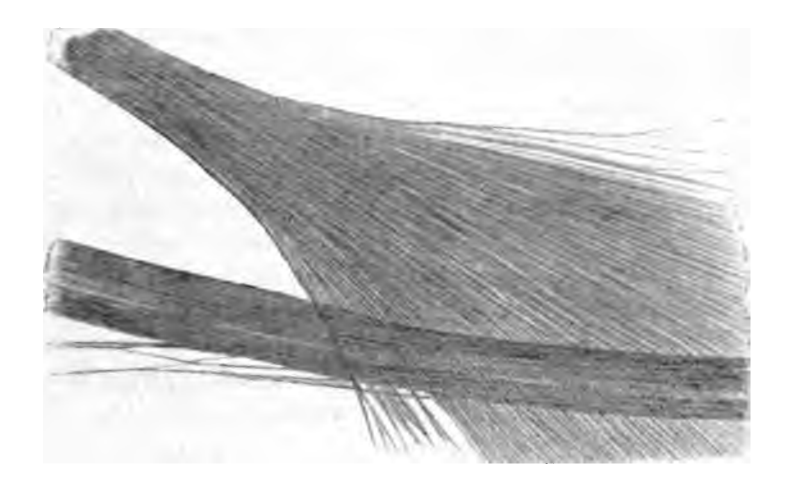


Fig. 30.

Bindegewebsfibrillen aus einer Sehne der Maus mit Pikrinsäure behandelt und mit Nadeln zerzupft.

Ca. 800 mal vergrössert.

schwellen die Bindegewebsfibrillen und auf dieser einförmigen Grundlage tritt der oft wellenförmige oder spirale Verlauf der elastischen Fasern deutlich auf, denn auf diese letzteren wirken weder Essigsäure noch Alkalien ein. Das Elastin, aus welchem die elastischen Fasern bestehen, zeichnet sich nämlich im allgemeinen durch eine Widerstandsfähigkeit gegen die Reagentien aus, in verdünnten Alkalien und Essigsäure unterliegt es nicht der Anschwellung und leistet der Verdauung in Pepsin und dem Kochen in Wasser und verdünnten Säuren oder Laugen Widerstand. Es wird jedoch in Trypsin verdaut. Wenn die elastischen Fasern im Vergleiche mit der Anzahl der Bindegewebsbündel

eine bedeutende Entwicklung erreichen, nennen wir ein solches Gewebe elastisches Gewebe (siehe weiter).

γ) Die eigentliche Grundsubstanz, innerhalb welcher die beiden genannten Faserarten verlaufen, ist ganz homogen und befindet sich im definitiv entwickelten Bindegewebe in einer sehr unbedeutenden Menge.

Zellen. In der Grundsubstanz zwischen den Fasern finden wir mehr oder weniger reichlich angesammelte Zellen. Man kann zwei Hauptarten der Bindegewebszellen unterscheiden: die eine Art, die die Fähigkeit der Ortsveränderung nicht besitzen, bilden die sog. fixen Bindegewebszellen, die zweite Art bilden die durch die Fähigkeit der Locomotion sich auszeichnenden Zellen, die sog. Wanderzellen. Da jedoch erwiesen ist, dass in der Regel sesshafte Zellen unter gewissen Bedingungen die Fähigkeit der Ortsveränderung erwerben können und vice versa, ist diese Einteilung natürlich nicht genau.

Wir werden folgende drei Arten von Bindegewebszellen unterscheiden:

α) Fixe oder eigentliche Bindegewebszellen sind immer platte, gewöhnlich polygonale Zellen, welche Ausläufer besitzen können und hiedurch das Aussehen mehr stern- oder spindelförmiger Zellen erhalten. (Fig. 29.) Diese letzteren Formen finden wir hauptsächlich im jungen Bindegewebe. Die Zellen entsenden ihre Fortsätze in die Ausläufer der Lücken, in welchen sie liegen und welche miteinander anastomosieren. Von der Seite betrachtet stellen sie lange, dünne Spindeln dar. Der Rand der Zellen ist oft so dünn, dass sie der ganzen Zelle die Form sehr dünner, durchsichtiger Schuppen giebt. Nur in der Umgebung des Kernes ist etwas mehr feinkörniges Protoplasma angesammelt, wodurch die Zellen an dieser Stelle etwas dicker sind.

Die Form und Anordnung der Zellen wird den freien Lücken, welche zwischen den Fibrillenbündeln übrig bleiben, angepasst. Wenn die Bündel eng nebeneinander liegen und für die Grundsubstanz und die innerhalb derselben liegenden Zellen sehr wenig Platz übrig bleibt, weisen die Zellen Eindrücke von den beiderseitig liegenden Nachbarbündeln auf. Diese Eindrücke treten als glänzende Kerben in Form von Rippen auf, welche die ganze Länge der Zellen durchlaufen und nichts anderes sind als eine Verdickung des Protoplasma, dadurch entstanden, dass ein Teil desselben zwischen die nebeneinander laufenden Bündel eingepresst wurde. Wenn die Bündel parallel verlaufen, wie

z. B. in der Sehne, treten auch die Eindrücke in Form von parallelen Kerben auf; verlaufen dagegen die Bündel in sich kreuzenden Schichten, so zeigen die zwischen zwei Schichten liegenden Zellen sich kreuzende Abdrücke, z. B. in der Cornea. Gewöhnlich liegen die Zellen den Bündeln dicht an, manchmal sind sie reihenweise längs derselben gelagert, wie z. B. in der Sehne. (Fig. 31.) Die Zellen können manchmal die Bündel umfassen und auf diese Art mehr oder minder komplette Scheiden für dieselben bilden. Durch die Anwesenheit solcher Zellen erklärt sich das Eintreten von Einschnürungen der Bindegewebsbündel unter dem Einflusse der Essigsäure. Denn unter dem Einflusse dieses Reagenz schwellen die Bindegewebsfibrillen bedeutend an und zerreissen sogar stellenweise die aus Bindegewebszellen gebildete Scheide. Einige stärker umspinnenden Zellen, welche eine grössere Resistenz entgegenstellen, verhindern an einigen Stellen die Aufquellung und schnüren sich, während sonst der ganze Bündel aufquillt, in das Bündel ein.

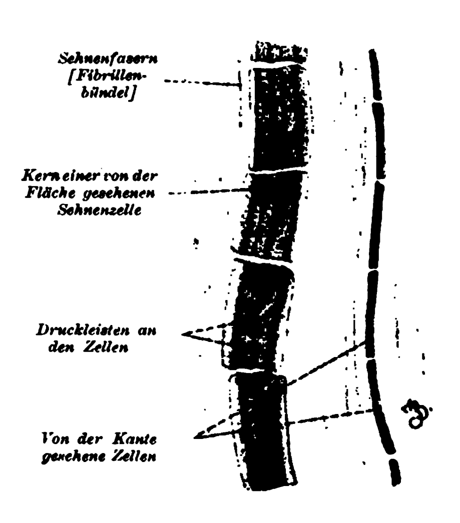


Fig. 31.

Ein Stückchen Sehne vom Schwanz einer weissen Maus.

Zwischen den Bindegewebsfibrillenbündeln sind Zellen reihenweise gelagert, von denen einige von der Fläche andere dagegen von der Kante zu sehen sind. Ca. 400 mal vergrössert.

An einigen pigmentierten Stellen des Körpers (Haut, Auge) enthält das Protoplasma der fixen Bindegewebszellen Körner braunen, schwarzen (Melanin) oder andersfarbigen Pigmentes. In diesem Falle haben wir es mit sogenannten Pigmentzellen zu thun. (Fig. 32.)

Pigmentkörnchen sind weder im Wasser, noch auch im Alkohol oder Aether und verdünnten Säuren lösbar. Sie lösen sich in Alkalien auf und bleichen in Chlorwasser. Die Pigmentkörnchen sind ein Erzeugnis des Protoplasma, welches das Material hiezu aus dem Blute nimmt. (Mörner, Browicz.) Die Pigmentzellen befinden sich oft sehr reichlich in der Haut der niederen Wirbeltiere, sind gewöhnlich sehr gross und sternförmig und besitzen

die Fähigkeit, mit den Ausläufern Bewegungen auszuführen, so, dass sie infolge derselben bald ihre Ausläufer weit ausstrecken, bald dieselben einziehen und sich als runde Zellen ohne Ausläufer darstellen können. Diese Bewegungen werden durch das Nervensystem geleitet, es sind denn auch viele Nervenendigungen nachgewiesen worden, welche zu diesen Zellen gelangen (Leydig, Ballowitz, Eberth und Bunge).

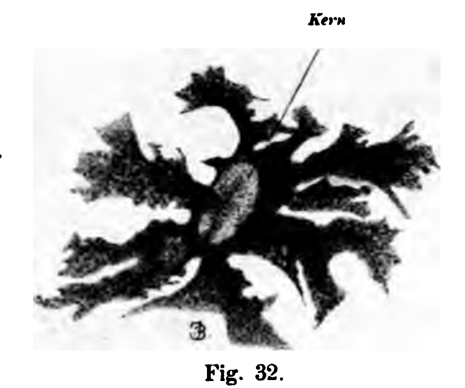


Fig. 32.
Pigmentzelle aus der Haut eines neugeborenen Salamander.
Ca. 200 mal vergrössert.

Auch einer anderen Umwandlung können die fixen Zellen unterliegen: sie können innerhalb des Protoplasma grössere oder kleinere Fettkügelchen enthalten und so die sogenannten Fettzellen bilden, welche wir ziemlich oft innerhalb des fibrillären Bindegewebes zerstreut vorfinden. (Fig. 33.)

β. Grobkörnige Zellen:

1. Plasmazellen von Waldeyer,
2. Mastzellen von Ehrlich,
3. Clasmotocyten von Ranvier.

Diese drei Formen scheinen wenigstens einer und derselben Gruppe anzugehören, wenn sie nicht geradezu eine und dieselbe Gattung von Zellen bilden.

Jedenfalls sind es grosse Zellen, welche dies gemeinschaftlich haben, dass ihr Protoplasma grob granuliert ist. Sie sind am reichlichsten innerhalb des Bindegewebes gelagert nnd nur ausnahmsweise im Blute, in der Lymphe oder im Epithel.

Wir wollen die Charakteristik dieser drei Zellenformen kurz besprechen:

ad 1. die Plasmazellen können runde, ovale oder spindelförmige Zellen — manchmal mit Ausläufern — sein Dieselben liegen mit Vorliebe in der Nachbarschaft kleiner Blutgefässe. Einige Autoren schreiben denselben eine grosse Aehnlichkeit zu den spezifischen Zellen des Fettgewebes oder sogar die Identität mit denselben zu.

ad 2. Die Mastzellen (Fig. 33) können alle Formen der Plasmazellen darstellen. Das Protoplasma ist mit kugeligen,

glänzenden Körnern ausgefüllt, welche eine spezielle Verwandtschaft zu den basischen Anilinfarben besitzen, indem sie mit denselben besondere Farbenreaktionen geben. Die Körner dieser Zellen färben sich stärker als der Rest des Gewebes und öfters in einer anderen Farbennuance (metachromatische Färbung) (z. B. Saffranin giebt ihnen eine ziegelfarbene Nuance, während der Rest des Gewebes sich rosa-rot färbt, Dahlia-violett färbt die Mastzellen in einer charakteristischen, ins Rote ziehenden Farbennuance, während alle anderen Gewebsteile nur ganz schwach gefärbt werden); die Kerne dagegen nehmen verhältnismässig nur wenig Farbe auf, weshalb auch der den Kern ent-

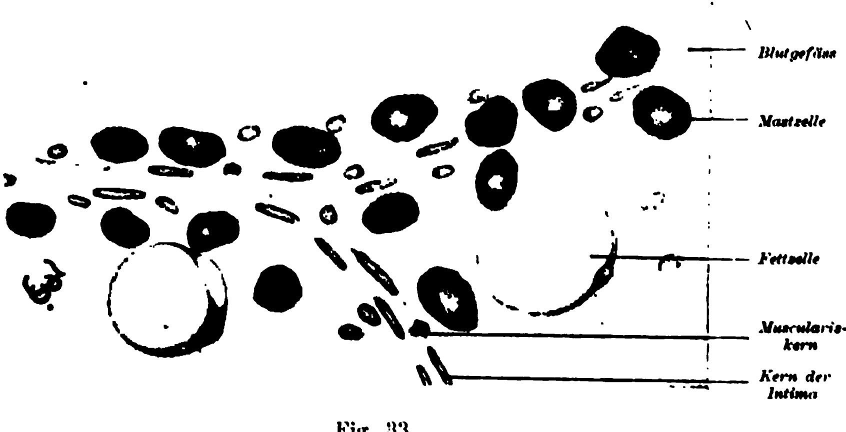


Fig. 33.

Aus dem subcutanen Bindegewebe der Ratte.

Längs dem Gefässe befinden sich Mastzellen und zwei Fettzellen. Ca. 540 mal vergrössert.

haltende Teil der Zelle durch die blasse Färbung bemerkbar wird. Der Kern kann jedoch manchmal ganz unsichtbar sein, wenn die, die dunkel gefärbten Körner enthaltende Schicht des Protoplasma ihn bedeckt. Die Benennung „Mastzellen", welche durch Ehrlich deshalb eingeführt wurde, weil diese Zellen nach seiner Ansicht unter dem Einflusse eines besseren Ernährungszustandes auftreten sollen, scheint nicht treffend zu sein, denn diese Zellen sind oft in senilen und atrophischen Geweben anzutreffen. Dieselben scheinen mit dem allgemeinen Ernährungszustande des Tieres in keinem Zusammenhange zu stehen; darauf weist die Thatsache hin, dass sie sich bei Fledermäusen vor und nach dem Winterschlaf gleich zahlreich vorfinden (Ballowitz).

Die Mastzellen befinden sich ebenso wie die Plasmazellen gewöhnlich in der Nähe der Gefässe. Durch ihre grobe Granulierung erinnern diese Zellen an Micrococcenkolonien.

Viele Autoren halten die Plasma- und Mastzellen für identisch und den Unterschied in der spezifischen Farbenreaktion betrachten sie als abhängig von einem chemischen oder funktionellen Zustande. Einige leiten ihre Abstammung von Leukocyten her, andere behaupten, es seien dies dem Bindegewebe eigentümliche Elemente und notwendige Bestandteile des Bindegewebes, noch andere halten sie für pathologische Produkte. Ein Teil der Autoren schreibt diesen beiden Gattungen der Zellen die Fähigkeit der Ortsveränderung, wenn auch im geringen Grade, zu.

ad 3. Die Clasmatocyten sind grosse spindel- oder sternförmige Zellen.

Als ihr charakteristisches Merkmal wird angenommen — und daher ihr Name —, dass Stückchen der Zellen und namentlich die Ausläufer sich abschnüren können, denn, da die letzteren an den dünnsten Stellen oft nicht gleichförmig dick sind, reissen sie ab und die abgetrennten Teile findet man als Haufen Körner in der Nachbarschaft der Zelle. Ranvier weist nach, dass die Clasmatocyten von Leukocyten abstammen und dass sie gegebenen Falls, z. B. bei der Entzündung, in dieselben wieder übergehen und das Material zur Bildung des Eiters liefern können. Sie färben sich gut mittelst Methylviolett 5 B.

Jedenfalls wissen wir nicht viel und nichts Gewisses über diese ganze Gruppe von grobkörnigen Zellen; bis heute ist ihre Abstammung, ihre Aufgabe und Bedeutung mit aller Gewissheit nicht aufgeklärt, ja es ist sogar ungewiss, in welchem Verhältnisse diese drei Zellformen zu einander stehen.

γ) Die Wanderzellen (Fig. 29) sind eigentlich keine Bindegewebszellen, sondern Leukocyten, welche „per diapedesin" aus dem Blute durch die Wände kleiner Gefässe in das umgebende Bindegewebe eingedrungen sind. Die Wanderzellen sind nicht bloss für das Bindegewebe charakteristisch. Man findet sie, wenn auch in geringerer Menge, z. B. innerhalb des Epithelgewebes vor. Es ist jedoch Thatsache, dass Wanderzellen sich im Bindegewebe am reichlichsten vorfinden. Sie besitzen die Fähigkeit amöboide Bewegungen auszuführen und wandern, indem sie sich zwischen die morphologischen Bestandteile des Bindegewebes durchdrängen.

Die Wanderzellen können innerhalb des Bindegewebes der

Teilung unterliegen und sich auf diese Art vermehren. Sie können, wie die Leukocyten überhaupt, gewisse Stoffe in sich aufnehmen, dieselben entweder assimilieren oder wenigstens für den Organismus unschädlich machen (z. B. Bakterien), d. i. sie können die Rolle der Phagocyten spielen (Metschnikow).

Man hat beobachtet, dass fixe, besonders junge Zellen, welche aus der Teilung älterer Zellen soeben hervorgegangen sind, sich durch die Erlangung der Fähigkeit amöboider Bewegungen in Wanderzellen umwandeln können, andererseits ist dargethan, dass auch umgekehrt aus Wanderzellen fixe Bindegewebszellen entstehen können.

Diese beiden Thatsachen spielen während der Entzündungsprozesse bei der Bildung des Eiters eine wichtige Rolle.

Die Wanderzellen können in ihrem Protoplasma Pigmentkörner enthalten und eine Art Pigmentzellen mit der Fähigkeit der Ortsveränderung bilden.

Das quantitative Verhältnis dieser verschiedenen Zellformen innerhalb des Bindegewebes ist sehr verschieden und von verschiedenen, nicht näher bekannten Bedingungen abhängig.

Indem wir zur Entwicklung des fibrillären Bindegewebes übergehen, müssen wir den Ursprung und die Entwicklung seiner Bestandteile besprechen und gleichzeitig aufklären, ob und welcher genetische Zusammenhang zwischen den Zellenelementen und der Intercellularsubstanz besteht. Das Bindegewebe entstammt, wie bereits oben bemerkt wurde, dem Mesoderma und muss während der Entwicklung das Stadium des Schleimgewebes durchgehen. Die Veränderungen, welchen die Zellen während der Bildung des Schleimgewebes unterliegen, sind oben bereits besprochen worden.

Thatsache ist jedenfalls, dass das ganz junge Bindegewebe ausschliesslich aus Zellen besteht. Angesichts dessen sind wir zur Annahme genötigt, dass die zwischen den Zellen auftretende mucinhaltige Grundsubstanz ein Gebilde und gleichsam ein Sekret derselben ist.

Die Lösung der Frage über die Bildung beider Faserarten ist schwierig; der Beweis hiefür liegt in dem Bestehen mehrerer Hypothesen über das Entstehen sowohl der Bindegewebsfibrillen, wie auch der elastischen Fasern. Nach den einen sind die Fasern ein cellulares, nach den anderen ein intercellulares Gebilde. Ich will mich nur auf die Besprechung der wichtigsten Ansichten beschränken.

So hat bezüglich der Bindegewebsfibrillen bereits Schwann behauptet, dass dieselben ein Gebilde der Bindegewebszellen in der Art sind, dass die Zellen sich verlängern, der Zellenkörper in eine Faser sich umwandelt und der Kern verschwindet.

Einige Forscher (Lebert und Robin) modifizierten unwesentlich die Ansicht Schwann's und waren der Meinung, dass das ganze Bündel der Bindegewebsfibrillen aus dem Protoplasma durch Teilung und Zerfall in Fasern entsteht. Der Zerfall soll am Ende der Ausläufer beginnen und allmählich den Körper der ganzen Zelle einnehmen. Nach den obigen Ansichten verschwindet die Zelle als solche und verliert ihre Individualität, indem sie sich in Fibrillen umwandelt. Im Gegenteil bringt die Theorie Virchow's die Zellen in keinen Zusammenhang mit der Bildung der Fasern, mit der Behauptung, dass die Fasern innerhalb der Grundsubstanz entstehen, welche ursprünglich homogen ist und mit der Zeit fibrillär wird. Zu den Anhängern dieser Theorie gehören überdies Merkel, von Ebner u. a.

Von Ebner behauptet, dass die von den Zellen ausgeschiedene kolloidale Grundsubstanz unter dem Einflusse orientierter Zug- und Druckspannung zu bestimmt geordneten Fibrillen wird.

Schliesslich betrachten noch andere Autoren (Schulze, Lwow, Flemming, Reinke, Spuler) die Fasern nur als ein Gebilde der peripherischen Partien des Zellenprotoplasmas oder des sog. Exoplasmas. Anfänglich soll eine Auffaserung in feine Fibrillen an den Enden der Ausläufer sichtbar sein, sodann rückt sie in das Innere des Protoplasmas vor. Die im Protoplasma der Zellen gebildeten Fibrillen werden dadurch frei, dass das Protoplasma sich von ihnen zurückzieht.

Als Beweis der Richtigkeit der Anschauung Schwann's führt man den Umstand an, dass das fibrilläre Gewebe mit dem Fortschreiten des Alters immer weniger Zellenelemente, dagegen ein fortwährend steigendes Übergewicht der Fasern aufweist. Dies sollte den Beweis liefern, dass die Anzahl der Zellen nach Mass ihrer Umwandlung in Fasern kleiner wird. Die Richtigkeit dieses Beweises ist jedoch bloss scheinbar, denn die Bindegewebszellen nehmen nicht ab, sie vermehren sich im Gegenteil durch Teilung, es wächst jedoch gleichzeitig auch die Menge der Intercellularsubstanz und schiebt die Zellen auseinander, welche bei dem gleichzeitigen Wachstum des ganzen Organismus auf

einem grösseren Raume verteilt werden. Es entfällt somit auf denselben Raum des definitiv entwickelten Bindegewebes eine geringere Anzahl Zellen als in dem jungen Bindegewebe. Auf Grund neuer Untersuchungen verliert die erstere Theorie ihre Anhänger und die zwei letzteren Anschauungen wetteifern um die allgemeine Anerkennung.

Es ist schliesslich zu bemerken, dass zwischen den zwei letzteren Anschauungen ein grundsätzlicher Unterschied nicht besteht. Die letzte Theorie schreibt den Zellen eine unmittelbare Bedeutung bei der Bildung der Bindegewebsfibrillen zu, dagegen muss nach der vorletzten Theorie den Zellen ein mittelbarer Einfluss zugeschrieben werden. Man muss im Auge behalten, dass die Intercellularsubstanz ein mehr passiver Teil im Bindegewebe ist und dass nur die Zellen die Rolle aktiver Elemente spielen; die Grundsubstanz ist vor allem ein Produkt der Zellen, und die Zellen üben in jedem Falle einen nutritiven und formativen Einfluss auf die Intercellularsubstanz aus und regeln alle Prozesse, welche innerhalb dieser letzteren vor sich gehen. Nach der letzten Anschauung bilden die Zellen unmittelbar die Fibrillen, nach der vorletzten mittelbar, nachdem sie früher die Grundsubstanz gebildet hatten, in welcher letzteren erst unter dem Einflusse derselben Zellen eine Differenzierung auftritt. Es scheint demnach, dass diese beiden letzteren Theorien nicht scharf abzugrenzen sind, dass vielmehr eine zwischen denselben die Mittelstelle einnehmende Anschauung als die richtige anzunehmen wäre. Eben diesen Standpunkt nahm Flemming ein, welcher sich diesen Prozess wie folgt vorstellt: „Es bildet sich im peripheren Teil der Zelle eine fibrillenhaltige Schicht; diese Schicht wird Interzellularsubstanz, wächst an Masse und kann immer neue Fibrillen produzieren, so lange sie eben wächst.“ Er denkt sich „die Intercellularsubstanz nicht tot oder doch inert, sondern als eine von den Zellen produzierte, wohl strukturell und chemisch abgeänderte, aber lebendige Masse, welche auf längere Zeit das Vermögen behält, Fibrillen zu bilden.“

Bezüglich der Bildung der elastischen Fasern machen sich gegenwärtig ebenfalls zwei Ansichten geltend. Einige behaupten, dass dieselben intercellular, andere dagegen, dass sie intracellular entstehen.

Die älteren Anschauungen, dass der Kern der Bindegewebszelle oder die ganze Zelle in die elastische Faser übergeht, erwies sich als unrichtig. Hauptsächlich auf Grund der Untersuchung

der Entwicklung der elastischen Fasern im elastischen Knorpel (dessen Bau wir demnächst genau angeben werden) ist ein Teil der Autoren zur Überzeugung gelangt, dass dieselben sich innerhalb der hyalinen Grundsubstanz bilden und mit den Knorpelzellen keinen genetischen Zusammenhang aufweisen. (Müller, Kölliker, Ranvier etc.)

Die elastischen Fasern sind dort in Form feiner, schimmernder Körnchen angelegt, welche die Reaktion elastischer Fasern geben. Diese Körnchen sind gewöhnlich reihenweise gelagert; nachher fliessen sie zusammen und bilden die elastische Faser.

Wenn wir auch diese Anschauung als die richtige annehmen, können wir den, wenn auch mittelbaren, Einfluss der Zellen nicht ausschliessen, welchen hier, so wie überall, die Leitung der Änderungen innerhalb der Grundsubstanz zukommt.

Ein grosser Teil der Autoren erklärt sich wieder für die intracellulare Bildung der elastischen Fasern sowohl im elastischen Knorpel wie im fibrillären Bindegewebe.

So halten O. Hertwig und Bubnoff dafür, dass die elastischen Fasern ein Gebilde der oberflächlichen Schicht des Zellprotoplasma sind. Von den in den Kapseln befindlichen kleinen Öffnungen beginnt die Bildung der elastischen Fasern innerhalb der Grundsubstanz. Kuskow schreibt dagegen den dem Kerne am nächsten liegenden Partien des Protoplasma und sogar dem Kerne selbst die Aufgabe der Bildung der elastischen Fasern zu. Für die intracellulare Entstehung der elastischen Fasern erklärten sich in der letzten Zeit einige Forscher als: Spuler, welcher zulässt, dass, wenn auch die elastischen Fasern im Knorpel in einiger Entfernung von den Zellen aufzutreten beginnen, sie dennoch von den Zellen gebildet werden, welche mittelst eines noch nicht nachgewiesenen, jedoch bestehenden Netzwerkes mit der Grundsubstanz im Zusammenhange stehen. Ähnlich findet M. Gardner bei der Forschung der Entwicklung der elastischen Fasern in den Embryonalhüllen, innerhalb des Protoplasma die erste Anlage der elastischen Fasern in Form sehr feiner Körner, welche sich eng aneinander lagern und sodann in Fasern zusammenfliessen. Auf diese Art entstandene sehr feine Fasern können sich, nebeneinander verlaufend, mit einander in gröbere Fasern längs verbinden, welcher Umstand auf den fibrillären Bau der gröberen elastischen Fasern hindeuten könnte.

Das fibrilläre Bindegewebe kann nach der Anordnung der Fibrillenbündel und der Festigkeit des Gefüges in 1. lockeres

oder formloses, 2. festes oder geformtes Bindegewebe eingetheilt werden.

1. In dem ersteren bilden die Fasern ein lockeres Geflecht, innerhalb dessen Zellen verschiedener Art liegen. Dasselbe enthält oft grössere oder kleinere Gruppen von Fettzellen. Es ist im ganzen Körper verbreitet, indem es teils freie Räume zwischen den Organen oder ihren Teilen ausfüllt, teils dieselben mit einander verbindet, wie z. B. zwischen den Eingeweiden des Halses, der Brust- und Bauchhöhle, im Unterhautbindegewebe etc.

2. In dem zweiten bilden die Fibrillenbündel eine innigere und festere Verbindung und regelmässige Anordnung. Die Fibrillenbündel können sich unter verschiedenen Winkeln verflechten wie z. B. in der Lederhaut, in den Schleimhäuten, dem Periost, Perichondrium, in der Kapsel vieler Organe u. s. w., oder sie können in bestimmten Richtungen angeordnet sein und festere Stränge und Membranen bilden.

Im letzteren Falle können alle Fibrillenbündel nur nach einer Richtung verlaufen z. B. in den Sehnen, Bändern, oder sie können in Schichten angeordnet sein, deren Fasern sich gewöhnlich unter einem rechten Winkel kreuzen, wie z. B. in Fascien, in der Cornea.

In der Folge werden wir uns noch mit zwei Arten des Bindegewebes befassen, namentlich mit dem elastischen Bindegewebe und dem Fettgewebe, welche beide Gewebsarten man eigentlich als eine Abart des fibrillären Bindegewebes betrachten könnte.

d) Das elastische Bindegewebe. Das fibrilläre Bindegewebe, welches innerhalb der Intercellularsubstanz eine bedeutende Menge von elastischen Fasern aufweist, umfassen wir mit dem Namen des elastischen Bindegewebes. In einigen Fällen gewinnen die elastischen Elemente ein solches Übergewicht über die Bindegewebsbündel, dass die letzteren innerhalb des Geflechtes der elastischen Fasern kaum aufzufinden sind, so z. B. im ligamentum nuchae des Rindes. Dieses Gewebe kann entweder einen Teil der Organe z. B. der Blutgefässe oder sogar ganze Organe bilden z. B. ligamenta intercruralia, ligamentum nuchae. Die Dicke der elastischen Fasern kann sehr verschieden sein, sie kann den Bruchteil eines μ betragen, aber auch 10 μ übersteigen. Sie kreuzen sich oft und bilden ein Netzwerk mit Maschen verschiedener Grösse. Die elastischen Fasern besitzen einen bedeutenden Grad von

Elastizität, sie sind gewöhnlich cylindrisch, manchmal jedoch bandartig abgeplattet. Wenn solche starke, abgeplattete und breite Bänder mit einander verschmelzen, geben sie den Ursprung den elastischen Membranen, welche kleine Öffnungen oder Fenster enthalten können, daher ihr Name „gefensterte Membranen“, welche wir z. B. in den Arterien vorfinden.

Die Entwicklung und die Reaktionen der elastischen Fasern sind bereits oben besprochen worden.

e) Das Fettgewebe. Wie oben bemerkt, können überall innerhalb des lockeren Bindegewebes Gruppen von Fettzellen auftreten. Es bestehen jedoch bestimmte Stellen des Körpers, in welchen das Fettgewebe zuerst zur Entwicklung gelangt und aus welchen Ausgangspunkten es sich überall dorthin weiter verbreitet, wo später typisches Fettgewebe angetroffen wird. Solche erste Anlagen des Fettgewebes finden wir an den Beugeseiten der Hüft- und Schultergelenke, in der Halsgegend, in der Umgebung der Nieren etc.

Ob zur Entwicklung des Fettgewebes eine Art spezifischer Zellen berufen ist, ist bis jetzt definitiv nicht entschieden. Die meisten Autoren schreiben den festen Bindegewebszellen die Fähigkeit zu, das Fett zu bilden und in ihrem Inneren anzusammeln, andere dagegen schreiben diese Fähigkeit den den Plasmazellen ähnlichen Zellen, oder sogar den Plasmazellen selbst zu.

Die ersten Anlagen des Fettgewebes, die sog. Primitivorgane der Fettläppchen (Kölliker) oder Fettkeimlager (Toldt) treten in Form von grau-rötlichen Läppchen auf, welche in jedem Falle aus rundlichen, membranlosen Zellen mit hellem Protoplasma bestehen. Unter günstigen Bedingungen d. i. bei geeigneter Nahrung (z. B. Milch) beginnen diese Zellen Fett zu bilden und in sich zu sammeln. Die Fettbildung beginnt damit, dass innerhalb des Protoplasma kleine, stark glänzende Fettröpfchen auftreten. Nach der Ansicht einiger Autoren geht die Bildung dieser Fettröpfchen auf die Art vor sich, dass die Altmann'schen Granula sich in dieselben umbilden.

Wir sind im Besitze einiger Reaktionen, mit welchen man auch die kleinsten Fettröpfchen mit Leichtigkeit nachweisen kann. In erster Linie ist ein solches spezielles Reagens die Überosmiumsäure, welche das Fett schwarz färbt; überdies färbt sich das Fett im alkoholischen Alcannaextrakt und Sudan III rötlich, im Cyanin dagegen blau.

Mit fortschreitender Fettbildung erscheinen diese Kügelchen in immer grösserer Menge innerhalb der Zelle, jede derselben nimmt an Grösse zu und sodann fliessen sie in grössere Kugeln zusammen. Schliesslich füllt eine grosse Fettkugel beinahe die ganze Zelle aus. Der kleine Rest des unveränderten Protoplasma wird durch die, den mittleren Teil der Zelle einnehmende Kugel zur Seite gedrängt. Der innerhalb des Protoplasma befindliche Kern unterliegt oft der Abplattung gegen die Zellmembran, welche sich mittlerweile auf der Oberfläche der Zelle gebildet hat. Die Zelle stellt in diesem Stadium, wenn wir den Kern von der Seite be-

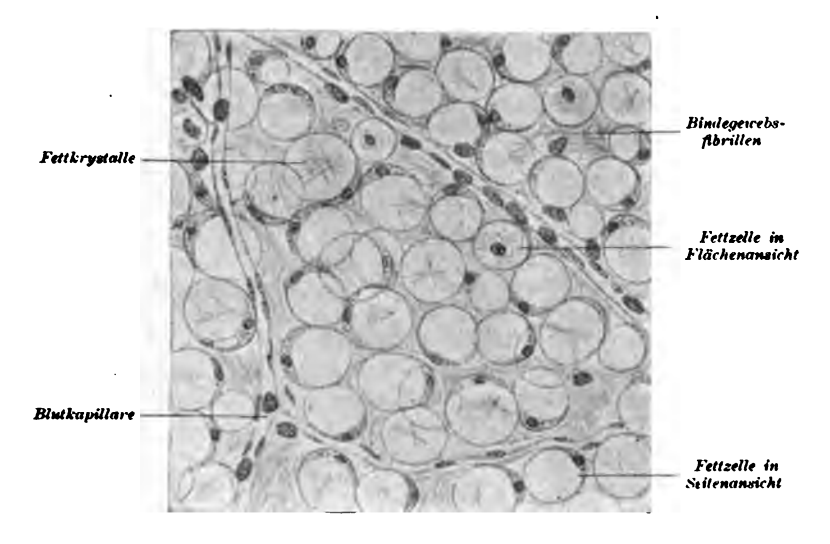


Fig. 34.

Fettgewebe aus der subcutanen Schicht der Haut einer weissen Maus.
Ca. 200 mal vergrössert.

trachten, die sog. Siegelringform vor (Figg. 33 u. 34). Die später gebildete Zellmembran hält die ganze Fettkugel fest, grenzt jede Zelle scharf ab und hindert das Zusammenfliessen derselben. Man sieht die Zellmembran sehr deutlich, wenn das die Zelle ausfüllende Fett durch Einwirkung des Alkohols, Äthers, Chloroforms oder ätherischer Öle aufgelöst wird. Durch die Ansammlung des Fettes werden die Zellen bedeutend grösser und erreichen den Durchmesser von 130 μ. Das frische Fett zeigt gewöhnlich die natürliche Gelb- oder Orangefärbung, bei verschiedenen Tieren in verschiedenen Nuancen, welche Färbung von einem gelösten Farbstoff herrührt.

Nach dem Tode treten oft innerhalb der Zellen Haufen nadelförmiger Krystalle von Palmitin- und Stearinsäure die sog. Margarinkrystalle auf. (Fig. 34.)

Das Fettgewebe erscheint konstant in charakteristische, gewöhnlich rundliche Läppchen angeordnet. Dieselben sind durch fibrilläres Bindegewebe von einander getrennt, welches eine Hülle für jedes Läppchen bildet. Innerhalb der Läppchen, zwischen den einzelnen Zellen, finden wir ebenfalls aber gewöhnlich nur spärliche Fibrillenbündel. Angesichts dessen ist das Fettgewebe eine solche Abart des fibrillären Bindegewebes, in welcher die speziell geänderten Zellenelemente überwiegen, während die Fasern eine untergeordnete Rolle spielen und welche sich überdies durch eine reichliche Vascularisation auszeichnet. Jedes Läppchen erhält nämlich ein abgeschlossenes Blutgefässystem. In jedes Läppchen tritt eine Arterie ein, welche in ein dichtes Capillarnetz zerfällt, welches gewöhnlich zwei Venen den Ursprung giebt. In den Maschen des Capillarnetzes sind Fettzellen eingelagert.

Das Fett des Fettgewebes rührt wie überhaupt alles im Organismus sich ansammelnde Fett aus zwei Quellen her. Es ist dies teils Fett, welches mit der Nahrung aufgenommen, resorbiert und in den Geweben (vor allem im Fettgewebe) deponiert wird, teils wird dasselbe im Organismus aus Eiweiss und Kohlenhydraten gebildet.

In erster Linie ist es Aufgabe des Fettgewebes, bei der Fülle der Nahrung einen Vorrat von Nahrungsmaterial in sich aufzuspeichern, welches später bei unzureichender Nahrung zur Ernährung des Organismus verwendet werden könnte Vor allem kommt dies bei Tieren vor, welche dem Winterschlaf unterliegen; hier bildet das Fettgewebe oft besondere Ansammlungen, die sog. Winterschlafdrüsen. Die durch den Sommer reichlich angesammelten Reservenährstoffe werden zur Zeit der Wintermonate, in welchen das Tier keine Nahrung aufnimmt, verbraucht.

Das Fett kann innerhalb der Zelle wieder zersetzt werden. Die Produkte dieser Zersetzung können aus der Zelle austreten und in das Blut oder die Lymphe und mit diesen in den allgemeinen Kreislauf übergehen. Es scheint, dass dieser Prozess nicht nur während der Abmagerung, sondern auch bei normalen Verhältnissen immer vor sich geht, wobei die fortwährende Zersetzung und Neubildung des Fettes Platz greift.

Nach der Ansicht Poljakow's sind dies Leukocyten und feste Zellen, welche die kleinsten Kügelchen, in welche das Fett zerfällt, in sich aufnehmen und in das Blut befördern. Ausserdem sollen bei dieser Überführung des Fettes ins Blut die hiezu speziell bestimmten Zellen, die sog. Cellulae adipophorae thätig sein. Es sind dies feste Zellen mit langen, vielfach verästelten Fortsätzen, welche die Fettzellen umfassen und sich gleichzeitig mit den Blutcapillaren verbinden. Diese fettführenden Zellen ersetzen bis zu einem gewissen Grade die Ausführungsgänge einzelliger Drüsen an den fett-

bildenden Zellen. Es ist nicht bekannt, ob diese Zellen nur während des Hungerns oder fortwährend thätig sind, indem sie die eigentlichen Ausführungsgänge der Fettzelle bilden.

Beim Fettverbrauch verschwinden bei jungen Tieren die Fettkügelchen aus den Zellen des Fettgewebes und die Zellen erhalten das Aussehen der ursprünglichen körnigen Zellen. Bei älteren Tieren und Menschen stellt das Schwinden des Fettes mehrere Stadien vor, wovon man sich bei der Untersuchung des Fettgewebes stark abgemagerter Individuen überzeugen kann. Zuerst verkleinern sich die einzelnen Zellen infolge der Abnahme des Fettes, d. i. sie unterliegen der einfachen Atrophie. Schreitet die Atrophie weiter fort, so verschwindet das Fett immer mehr und an Stelle der früheren Fettkügelchen treten mit schleimiger Flüssigkeit ausgefüllte Räume auf, das den Kern enthaltende Protoplasma nimmt dagegen innerhalb der Zellmembran eine unregelmässig strahlige Form an. Dieses Stadium des Fettschwundes nannte man nicht besonders zutreffend seröse Atrophie. Sogar in diesem weit vorgeschrittenen Grade des Fettschwundes sind die Zellen fähig, bei Rückkehr günstiger Ernährungsverhältnisse wieder Fett zu bilden.

In manchen atrophierenden Zellen kann ein sonderbarer Prozess vor sich gehen. Der Kern unterliegt der Proliferation, während die Zelle sich nicht teilt. Rings um die neu entstandenen Kerne bilden sich manchmal neue kleine Zellen, welche innerhalb der Höhle der alten Zelle liegen. Diesen Prozess beschrieb Flemming und nannte ihn Wucheratrophie. Einige Autoren betrachten diesen Prozess als Wiederverjüngung der Zellen nach stattgehabter Atrophie.

Ausser der obenerwähnten Bedeutung als Regulator der Ernährung und des Stoffwechsels im Organismus erfüllt das Fettgewebe noch andere Nebenfunktionen. Indem dasselbe eine, den ganzen Körper bedeckende, unter der Haut als Panniculus adiposus ausgebreitete Schicht bildet, giebt es vor allem einen Schutzpolster gegen mechanische Insulte ab, schützt als schlechter Wärmeleiter den Tierkörper vor Verlust der Eigenwärme bei niederer Temperatur und bildet schliesslich das Füllmaterial für freie Lücken.

Das Verhalten der Nerven und Lymphgefässe im Fettgewebe ist nicht genau bekannt.

Die Fähigkeit der Fettaufnahme (Fettinfiltration) besitzen überdies auch andere Zellen, z. B. Markzellen (Leukocyten) des Knochenmarkes, Knorpelzellen, Leberzellen, Darmepithelzellen.

Während die Fettinfiltration fast immer ein physiologischer Prozess ist, muss man die Fettdegeneration (Fettmetamorphose) nur ausnahmsweise als einen solchen betrachten (Talgdrüsen, Milchdrüsen). Bei der Fettmetamorphose findet die Fettbildung auf Kosten der Zellsubstanz statt; sie kommt

gewöhnlich nur unter pathologischen Verhältnissen zustande und unterscheidet sich von der Fettinfiltration dadurch, dass die Fetttröpfchen sehr klein sind, und keine Tendenz zeigen zusammenzufliessen.

2. Das Knorpelgewebe.

Das Knorpelgewebe unterscheidet sich dadurch von den früher besprochenen Arten der Bindesubstanzen, dass seine Grundsubstanz von härterer Konsistenz ist; der Knorpel bildet somit die Übergangsform zur dritten und härtesten Gruppe der Bindesubstanzen, d. i. zum Knochengewebe.

Überdies charakterisiert den Knorpel, dass er beim Kochen den sog. Knorpelleim oder das „Chondrin“ giebt, welches mit Glutin nicht identisch ist. Näheres über die Eigenschaften und chemische Zusammensetzung desselben findet der Leser in den Lehrbüchern der physiologischen Chemie.

Oft ist auch die Gestalt und Anordnung der Zellen charakteristisch. Die Oberfläche des Knorpels ist mit Ausnahme der Stellen, wo derselbe unmittelbar am Knochen liegt oder die Gelenkflächen bildet, mit einer Schicht fibrillären Bindegewebes, dem Perichondrium überzogen. Das letztere spielt dadurch, dass es Gefässe besitzt, eine wichtige Rolle bei der Ernährung und folgerichtig auch beim Wachstum und bei der Neubildung des Knorpels. Nach der verschiedenen Beschaffenheit der Intercellularsubstanz unterscheiden wir drei Arten von Knorpel:

a) den hyalinen Knorpel,
b) den elastischen oder Netzknorpel,
c) den Bindegewebsknorpel (Faserknorpel).

Die Zellen dieser drei Knorpelarten verhalten sich im allgemeinen sehr ähnlich, deshalb werden wir die Zellen des hyalinen Knorpels ausführlicher beschreiben und bei den anderen Arten des Knorpels uns auf einige Worte beschränken können, welche die unterscheidenden Merkmale angeben.

a) Der hyaline Knorpel.

Wir beginnen mit der Beschreibung der Zellen; sodann werden wir den Bau der Grundsubstanz in Betracht ziehen. (Fig. 35.)

Die Zellen sind rundlich oder oval und oft in Gruppen gelagert. Da sie nahe an einander liegen, zeigen sie eine Abplattung an den einander zugekehrten Seiten, weshalb auch die Zellen eine kugelsegmentähnliche, mehr polygonale Ge-

stalt annehmen. Die Knorpelzellen zeichnen sich durch grosse Empfindlichkeit gegen äussere Einwirkungen aus. Das Protoplasma ist feinkörnig und enthält in der Mitte einen grossen, hellen, bläschenförmigen Kern mit einer deutlichen Kernmembran und einem oder mehreren Kernkörperchen. Selten befinden sich in der Zelle zwei Kerne, als Ergebnis einer nicht zu Stande gekommenen Zellteilung.

Manchmal enthält das Protoplasma Fett- und Glykogenkügelchen. Von dem Vorhandensein der ersteren überzeugt uns leicht die Überosmiumsäure, welche das Fett schwärzt, der zweiten dagegen Jod, nach dessen Zusatz eine braunrote Färbung auftritt. Pigmentkörnchen kommen in den Knorpelzellen sehr selten vor.



Fig. 35.

Hyaliner Knorpel.

Aus einem Schnitte durch die Cartilago thyreoidea der Katze. Ca. 190 mal vergrössert.

In den mehr oberflächlich gelegenen Schichten sind die Zellen gewöhnlich mehr abgeplattet und spindelförmig, sie sind gewöhnlich kleiner, wie die tiefer liegenden Zellen und in zur Aussenfläche parallelen Reihen geordnet. Bei einigen Tieren weist der Zellkörper der Knorpelzellen Fortsätze auf, erscheint sternförmig und den Knochenzellen ähnlich; dies kommt hauptsächlich bei niederen Tieren (Cephalopoden, Selachier) und nur in wenigen Knorpeln einiger Säugetiere, sowie in pathologischen Neubildungen (Enchondromen) vor. Die Grösse der Knorpelzelle ist sehr verschieden, 3 — 30 μ. Die Zellen vermehren sich gewöhnlich durch indirekte Teilung, es sind jedoch auch direkte Teilungen beobachtet worden.

Die **Grundsubstanz** bei höheren Wirbeltieren hat ein bedeutendes quantitatives Übergewicht über die Zellen. Wenn wir die feinen Schnitte des frischen hyalinen Knorpels betrachten,

überzeugen wir uns, dass die Grundsubstanz ganz homogen und strukturlos erscheint und dass sie Lücken sog. Knorpelhöhlen enthält. Diese letzteren sind unter normalen Verhältnissen durch die in ihnen liegenden Zellen so vollkommen ausgefüllt, dass der äussere Umriss der Zelle und der innere der Knorpelhöhle zusammenfliessen. Wenn jedoch längere Zeit nach dem Tode oder infolge der Einwirkung von Reagentien z. B. des Wassers, die Zellen schrumpfen, entsteht zwischen der Zelle und der Begrenzung der Knorpelhöhle ein Zwischenraum und die innere Grenze der Höhle und der Umriss der Zelle lassen sich deutlich unterscheiden. Die Gestalt der Zellen entspricht genau jener der Höhlen. Die Höhlen erscheinen manchmal an den Präparaten ganz leer, wenn die Zellen bei der Anfertigung der Schnitte aus den Höhlen herausfallen. Die Partie der Grundsubstanz, welche der Zelle unmittelbar anliegt, unterscheidet sich von der übrigen Grundsubstanz durch ein stärkeres Lichtbrechungsvermögen und eine besondere Affinität zu bestimmten Farbstoffen und bildet für die Zellen Kapseln, sog. Knorpelkapseln. Es sind dies eigentliche Zellmembranen, von welchen, wie uns die Untersuchung der Entwicklung des Knorpels lehrt, die Bildung der Grundsubstanz beginnt. Im embryonalen Knorpel nämlich finden wir noch keine Grundsubstanz, sondern bloss von Membranen umgebene Zellen, welche an einander stossen. Die letzteren werden nach und nach dicker und verschmelzen zu einer homogenen Masse, welche die erste Anlage der Grundsubstanz darstellt. Nach Mass des Zunehmens der letzteren entfernen sich die Zellen immer mehr von einander.

Die Grundsubstanz ist demnach eine Ausscheidung der Zellen, deshalb ist auch die innerste, unmittelbar an die Zelle anliegende Schicht die jüngste. Die Knorpelkapseln zeigen manchmal eine konzentrische Schichtung als Ausdruck ihrer Entstehung und ihres Wachstums.

Innerhalb einer Kapsel sehen wir manchmal zwei Zellen als Ergebnis der Teilung der Zellen innerhalb der Knorpelkapsel. Jede dieser Tochterzellen scheidet rings um sich eine neue Zellmembran aus, welche sodann mit der Kapsel der Mutterzelle zusammenfliesst, in welcher Kapsel die Teilung eben vor sich ging. In diesem Stadium besteht zwischen den Zellen eine dünne Scheidewand. Diese beiden Tochterzellen können einer weiteren Teilung unterliegen und in diesem Falle finden wir aus vier Zellen gebildete Gruppen, welche innerhalb der gemeinsamen

alten Kapsel liegen und welche sodann mittelst homogener Scheidewände von einander getrennt werden, während die Kapsel gleichzeitig in mehrere Abteilungen zerfällt. Wenn sich der Trennungsprozess in allen vier Zellen noch einmal wiederholt, entstehen aus acht Zellen gebildete Gruppen Solche Gruppen stellen gleichsam eine Zellenfamilie dar. Bei dieser Teilung innerhalb einer Kapsel muss natürlich auch die Resorption der innersten Schichten der Kapsel vor sich gehen, damit innerhalb derselben für eine grössere Anzahl von Zellen Raum entsteht. Wenn es jedoch nach wiederholter Zellteilung zur Bildung der Scheidewände nicht kommt, so liegen Gruppen von 4, 8 etc. Zellen in einer gemeinsamen Kapsel. Solche wiederholte Teilung innerhalb einer gemeinsamen festen Hülle nennen wir endogene Zellenbildung.

Das Wachstum des Knorpels geht demnach durch Vermehrung der Zellen innerhalb der Knorpelkapsel und durch Ausscheidung neuer Grundsubstanz vor sich. Diese beiden Prozesse tragen zu dem sog. interstitiellen Wachstum bei. Überdies geht das Wachstum des Knorpels auf der Oberfläche durch das sog. appositionelle Wachstum vor sich, wobei sich aus dem Perichondrium neue Schichten des Knorpels bilden. Die erste Art scheint sich hauptsächlich auf junges Knorpelgewebe zu beschränken.

Die Kapseln färben sich, wie oben bemerkt, stärker hauptsächlich mittelst solcher Farbstoffe, welche Mucin färben, während der Rest der Grundsubstanz sich bloss schwach oder gar nicht färbt. Da die Grundsubstanz aus der Kapsel entstanden ist und sich bezüglich der Farbstoffe doch anders verhält, müssen wir zu dem Schlusse kommen, dass hier eine, mit dem Alter im Zusammenhange stehende Änderung eingetreten ist. Diese Annahme wird durch die Thatsache bestätigt, dass diese Differenz hauptsächlich in den Knorpeln älterer Individuen zu Tage tritt. Die die Kapsel bildende Substanz rings um die Zellen oder Zellengruppen zeichnet sich überdies auch durch eine andere Eigentümlichkeit aus. Sie besitzt nämlich eine grössere Widerstandsfähigkeit der Chromsäure und Salzsäure gegenüber. Die Maceration in diesen Flüssigkeiten bewirkt die Auflösung der Grundsubstanz, während die Knorpelkapseln einen ziemlich bedeutenden Widerstand leisten.

Davon, dass die Grundsubstanz nur scheinbar strukturlos ist, können wir uns überzeugen, wenn wir den Knorpel

der Einwirkung gewisser Reagentien, als Kali hypermanganicum, 10 % Kochsalzlösung, Trypsinverdauung, Baryt- und Kalkwasser (Tillmanns, Baber) aussetzen. Wir sehen dann nämlich, dass sie aus Fibrillen besteht, welche den Bindegewebsfibrillen ganz ähnlich sind, so wie diese in Bündeln gewöhnlich parallel nebeneinander verlaufen und sich nur selten kreuzen.

Dass in normalen Verhältnissen von dem fibrillären Bau nichts zu sehen ist, ist demselben Lichtbrechungsvermögen der Fibrillen und der sie verbindenden Kittsubstanz zuzuschreiben. Indem die obigen Reagentien die Lichtbrechung, sei es die der Fibrillen, sei es jene der Kittsubstanz ändern, machen sie den fibrillären Bau bemerkbar. Ebenso weist die Untersuchung des Knorpels im polarisierten Licht auf den fibrillären Bau seiner Grundsubstanz hin.

Man kann im vorhinein annehmen, dass der Stoffwechsel im Knorpel sehr träge vor sich geht, weil die Grundsubstanz bei höheren Tieren nur ausnahmsweise vascularisiert ist und keine sichtbaren Saftkanälchen besitzt, in welchen die Ernährungssäfte zirkulieren könnten. Die Ernährungsflüssigkeit gelangt nur durch Imbibition aus den Gefässen in das Innere des Knorpels. Bei niederen Tieren bestehen zwar in der Grundsubstanz leicht ohne Reagentien sichtbare Kanälchen, welche die einzelnen Knorpelhöhlen mit einander verbinden und gleichzeitig eine lebhaftere Zirkulation der Ernährungsflüssigkeit ermöglichen, doch sehen wir bei höheren Tieren, wenigstens im normalen Zustande, keine besonderen Einrichtungen zur Weiterleitung der Ernährungssäfte. Erst mit Hilfe gewisser Präparationsmethoden haben einige Autoren (Spina, Budge, Wolters u. a.) Saftbahnen in Form von Kanälchen, welche bündelweise von einer Knorpelhöhle zur anderen verlaufen, nachgewiesen. Da diese Methoden jedoch zum grossen Teile sehr grob sind, wie z. B. die Einwirkung des Wasser stark entziehenden Alkohols, Äthers, sind diese Kanälchen eher als Kunstprodukte zu betrachten. Wir haben es wahrscheinlich bei einigen Methoden mit Schrumpfungserscheinungen zu thun, die das Entstehen der angeblichen Saftkanälchen bewirken; bei anderen Methoden, in welchen die Farbstoffe ein, die Knorpelhöhlen mit einander verbindendes Netz zeichnen, haben wir vielleicht die gefärbte interfibrilläre Substanz vor uns, welche leichter durchdringlich ist und natürliche Wege bildet und ebenso, wie während der Färbung den Farbstoff, so während des Lebens den Saftstrom von Zelle zu Zelle

leichter durchlässt. Die pericellulären Spalträume, welche als unumgänglich zugelassen werden müssen, damit die Ernährungsflüssigkeit in die Zelle gelange, müssen sehr eng sein, denn dieselben sind unter normalen Bedingungen sogar unsichtbar. Überhaupt ist die Frage der Saftbahnen ungeachtet zahlreicher Untersuchungen bis heute noch nicht geklärt.

Der Knorpel besitzt in der Regel keine Gefässe, nur ausnahmsweise und hauptsächlich an Stellen, an welchen das Wachstum fortschreitet oder wo die Ossifikation vor sich gehen soll. Die die Gefässe begleitenden Bindegewebe und Wanderzellen bilden das sog. Knorpelmark.

Das Perichondrium besteht aus Bindegewebsfibrillen, welche in Bündeln, die sich in verschiedenen Richtungen kreuzen, angeordnet sind. Die oberflächlichen Schichten des Knorpels gehen gewöhnlich ohne scharfe Grenze in das Perichondrium über. Dasselbe besitzt Gefässe, welche in gewissen, oben bezeichneten Fällen in den Knorpel einwachsen können. Das Bestehen des Perichondriums ist eine Bedingung der Regeneration des Knorpels bei Substanzverlusten. Während des appositionellen Wachstums verwandeln sich die Bindegewebsfibrillenbündel des Perichondriums in die Grundsubstanz des Knorpels und die Bindegewebszellen in Knorpelzellen. Die Grundsubstanz unterliegt im hohen Alter senilen Veränderungen in verschiedenen Formen, hauptsächlich der sog. Asbestveränderung, Verkalkung und Verknöcherung.

Die erste Veränderung, welche auch mit dem freien Auge erkennbar ist, weil die von derselben getroffene Stelle einen asbestartigen Glanz zeigt, beginnt gewöhnlich im Inneren des Knorpels. Dieselbe beruht darauf, dass innerhalb der Grundsubstanz eine parallele Faserbildung auftritt, welche Fasern jedoch mit dem fibrillären Bau der Grundsubstanz in keinem Zusammenhange stehen. Diese Änderung beginnt in der Grundsubstanz in einiger Entfernung von der Knorpelkapsel, geht sodann auf die unmittelbare Nachbarschaft dieser letzteren über, (welche mit der Zeit Veränderungen erleidet), breitet sich langsam über immer grössere Partien des Knorpels aus und zieht eine Erweichung und Höhlenbildung des Knorpels nach sich. Diese Fasern quellen nicht in Essigsäure auf, lösen sich aber in verdünnter Natronlauge und beim Kochen.

Im Gegenteile geht die Verkalkung von den, den Zellen nächsten Partien der Grundsubstanz oder im Gebiete der Knorpel-

kapsel aus, wo kleine Körnchen von kohlensaurem Kalk sich ansetzen. Die Kalkablagerung nimmt auch in der Grundsubstanz langsam immer mehr zu. Solche Ablagerungen erscheinen bei auffallendem Lichte weiss, beim durchfallenden dagegen dunkel. Dieselben lösen sich in der Salzsäure auf, wobei Kohlensäurebläschen entstehen. Dieser Änderung unterliegen vor allem die Kehlkopfs-, Tracheal- und Rippenknorpeln, welche dadurch undurchsichtiger, härter und spröder werden.

Als die dritte Art der im Alter mit grosser Regelmässigkeit auftretenden Veränderungen ist die Verknöcherung zu betrachten. Dieselbe beginnt mit dem Hineinwuchern der Blutgefässe von der Seite des Perichondriums in das Innere des Knorpels (siehe übrigens Knochenentwicklung).

Der hyaline Knorpel befindet sich zuerst transitorisch im Embryo als knorpelige Anlage der Knochen, sodann permanent in Epiphysen und Gelenkknorpeln, bildet den überwiegenden Teil der Kehlkopfsknorpeln, die Tracheal- und Bronchialknorpeln, befindet sich in der Nase, in den Rippen, unmittelbar am Knochen bei allen Symphysen und Synchondrosen, an den Endflächen der Wirbelkörper und bedeckt überdies noch manche Knochenstellen (Calcaneus, Insertion der Achillessehne, Hamulus ossis pterygoidei, Sulcus ossis cuboidei, Incisura ischiadica minor etc.).

b) Der elastische Knorpel (Netzknorpel).

Der elastische Knorpel unterscheidet sich im Bau von dem soeben besprochenen dadurch, dass die chondrogene Grundsubstanz ein gröberes oder feineres Netz elastischer Fasern enthält, welche von verschiedener Dicke sein können und einer häufigen Verästelung unterliegen. (Fig. 36.) Mittelst spezifischer Färbungen der elastischen Fasern kann man den Verlauf dieses Netzes innerhalb der homogenen Grundsubstanz sehr deutlich veranschaulichen. Diese das Licht stark brechenden Fasern geben dem elastischen Knorpel ein minder durchsichtiges Aussehen und gewöhnlich leicht gelbliche Farbe, welche denselben auch mit blossem Auge vom hyalinen Knorpel unterscheiden lässt. Die elastischen Fasern gehen am Rande des Knorpels in das Perichondrium über.

Der Entwicklung der elastischen Fasern innerhalb der Grundsubstanz haben wir bei der Besprechung der Entwicklung der elastischen Fasern im Bindegewebe Erwähnung gethan. Die

Bemerkungen über die Ernährung des hyalinen Knorpels haben auch hier Geltung.

Auch der elastische Knorpel kann im hohen Alter verkalken, jedoch seltener als der hyaline Knorpel.

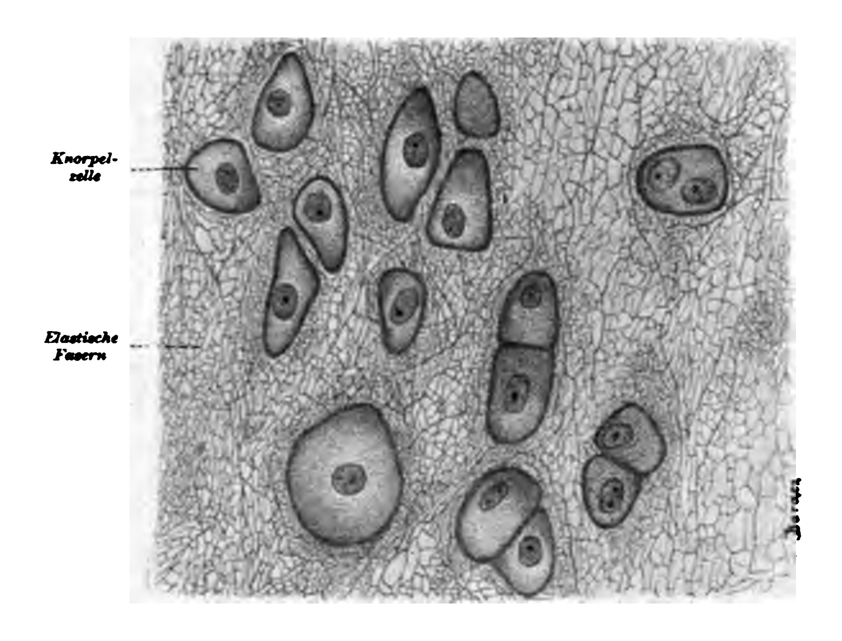


Fig. 36.

Elastischer Knorpel aus der Ohrmuschel des Menschen.

Ca. 570 mal vergrössert.

Wir finden den elastischen Knorpel in der Ohrmuschel, dem äusseren Gehörgange, in der Tuba Eustachii und den Cartt. sesamoideae. Zu dieser Knorpelart gehört überdies ein Teil der Kehlkopfsknorpeln: Epiglottis, Processus vocalis der Cartilagines arytaenoideae, Cartt. cuneiformes, Cartt. corniculatae.

c) Der Bindegewebsknorpel.

Hier finden wir innerhalb einer gleichen (wie bei den ebengenannten zwei Knorpelarten), jedoch sehr spärlichen Grundsubstanz, Bündel von collagenen Fibrillen, welche parallel nebeneinander und leicht wellig verlaufen. Die homogene Grundsubstanz ist sehr spärlich und gewöhnlich nur auf die unmittelbare

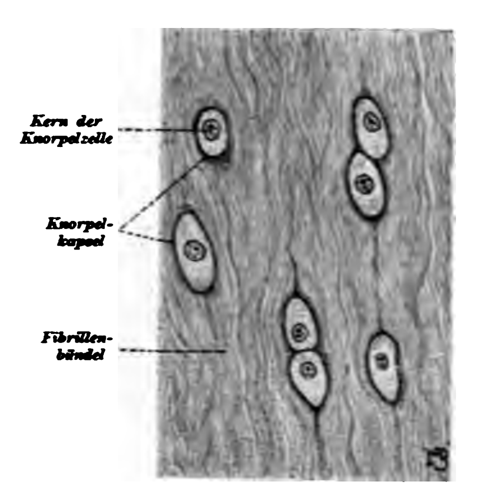


Fig. 37.
Bindegewebsknorpel aus dem Ligamentum teres femoris des Hundes.
Ca. 570 mal vergrössert.

Umgebung der Zellen reduziert, indem sie die Knorpelkapseln bildet. Die Zellen sind hier spärlicher und zeigen eine minder deutliche Lagerung in Gruppen. (Fig. 37.)

Dieser Knorpel findet sich im Kern der Wirbelbandscheiben (Nucleus gelatinosus der Ligamenta intervertebralia), in der Symphysis ossium pubis, in den Cartilagines interarticulares und an der Insertionsstelle des Ligamentum teres femoris.

3. Das Knochengewebe.

Das Knochengewebe samt Dentin stellt mit alleiniger Ausnahme des Zahnschmelzes das härteste Gewebe im Organismus vor. Kraft ihrer Festigkeit können die Knochen ihre Aufgabe, für Weichteile als Stütze oder schützende Bedeckung zu dienen. erfüllen.

Wie gewöhnlich in der Gruppe von Stützgewebe finden wir auch hier eine reichliche Intercellularsubstanz und innerhalb derselben Zellen.

Härte verleihen der Intercellularsubstanz Mineralbestandteile (Kalksalze), welche mit dem zweiten Teile der Intercellularsubstanz, d. i. dem biegsamen organischen Teile, dem sog. Knochenknorpel oder Ossein enge verbunden sind. Sie sind miteinander innig vermengt. trotzdem können wir jeden derselben abgesondert darstellen. indem wir den anderen entfernen.

So erhalten wir durch das sog. Entkalken, d. i. durch Auflösung der Kalksalze mittelst Säuren. bloss das organische Gerüst. welches die Gestalt und den Bau des Knochens genau wiedergiebt. Dagegen können wir durch vorsichtiges Glühen des Knochens oder das sog. Calcinieren. welches die organischen Bestandteile vernichtet. gleichsam ein Skelett erhalten. welches

aus Salzen besteht und ein genaues Abbild selbst der feinen Einzelheiten des Knochenbaues darstellt. Infolgedessen können wir den Bau des Knochens gleich gut auf einem Schliff eines nicht entkalkten Knochens, wie auf einem Schnitt eines entkalkten Knochens studieren.

Nach dem Gefüge, welches fest oder locker sein kann, unterscheiden wir kompakte und spongiöse Knochensubstanz. Die letztere erinnert sehr an das Skelett des Schwammes, woher auch ihr Name.

Die Verteilung dieser zwei Formen des Knochengewebes innerhalb der verschiedenen Knochen im Organismus behandelt die Anatomie. So wissen wir z. B., dass in langen Knochen die sog. Diaphyse, ähnlich wie die Rinde der kurzen und glatten Knochen aus kompakter Knochensubstanz besteht, während die Enden der langen Knochen, die sog. Epiphysen, so wie die Mittelpartien der kurzen und platten Knochen aus spongiöser Substanz bestehen.

Betrachten wir den Schliff kompakter Substanz eines langen macerierten, d. i. der Weichteile entblössten Knochens, welcher Schliff parallel zur langen Achse des Knochens (Längsschliff) angelegt wurde, bei einer schwachen Vergrösserung, so fallen uns vor allem breite Kanäle, welche einen zur langen Achse mehr oder weniger parallelen Verlauf nehmen, in die Augen. (Fig. 38.) Diese Kanäle sind mittelst querer Kanäle miteinander verbunden und bilden zusammen ein vollständiges Kanalsystem. Diese sog. Havers'schen Kanäle sind im macerierten Knochen leer, weil die in denselben verlaufenden Blutgefässe durch die Maceration beseitigt wurden.

Innerhalb der Grundsubstanz bemerken wir überdies kleine Lücken, sog. Knochenhöhlen, in welchen sich vor der Maceration die Knochenzellen befanden. Dieselben sind in Reihen gelagert, welche zu den Havers'schen Kanälen mehr oder weniger parallel verlaufen. Die Havers'schen Kanäle erscheinen uns ebenso wie diese Knochenhöhlen bei durchfallendem Lichte schwarz, wenn sie mit Luft erfüllt sind, denn es tritt hier eine totale Reflexion der Lichtstrahlen ein.

Betrachten wir den Querschliff desselben Knochens (Fig. 39), so stellen die Havers'schen Kanäle fast ausschliesslich runde Querschnitte vor und die nur spärlichen Verbindungskanäle, welche zur Längsachse des Knochens quer verlaufen, werden längs getroffen. Auch hier sieht man rings um die quer durch-

schnittenen Havers'schen Kanäle kleine Knochenhöhlen, welche in konzentrischen Reihen gelagert sind. Bei Anwendung etwas stärkerer Vergrösserungen sehen wir, dass die Grundsubstanz einen gewissen Bau, namentlich eine schichtweise Zusammensetzung aus Lamellen aufweist.

In der kompakten Knochensubstanz können wir mehrere Arten von Lamellen unterscheiden und zwar namentlich:

1. Speciallamellen oder Havers'sche Lamellen nennen wir solche, welche sich rings um die Havers'schen Kanäle konzentrisch lagern. Alle Lamellen, welche rings um einen Havers'schen Kanal gelagert sind, bilden zusammengenommen ein Havers'sches Lamellensystem. Das letztere besteht demnach aus einer bestimmten Menge Röhren, welche ineinander stecken und dieser Bau sichert dem Knochen eine hochgradige Widerstandsfähigkeit. Eine sehr verschiedene Menge von Lamellen kann ein Havers'sches Lamellensystem zusammensetzen (von 3 bis über 20), dieselbe beträgt jedoch gewöhnlich 8—15.

2. Solche nebeneinander liegende cylindrische Havers'sche Lamellensysteme lassen zwischen sich freie Räume übrig, welche von sog. interstitiellen (intermediären) Schalt-Lamellen ausgefüllt sind. Unter den interstitiellen Lamellen kann man unterscheiden die sog. echten, d. i. solche, welche genetisch vom Periost stammen und in ähnlicher Richtung verlaufen wie die (bald zu erwähnenden) äusseren Grundlamellen und die sog. unechten, welche als Überreste des Havers'schen Lamellensystems, die nach seiner Vernichtung durch Resorption zurückblieben, zu betrachten sind (siehe Skelettsystem). Überdies finden wir noch am Röhrenknochen:

3. Äussere Grund-(General-)Lamellen, welche die äussere Schicht des Knochens bilden und knapp unter der, den Knochen bedeckenden Beinhaut verlaufen — endlich

4. innere Grund-(General-)Lamellen, welche eine Begrenzung der Markhöhle bilden und rings um dieselbe konzentrisch verlaufen. Die beiden letzteren Arten umfassen demnach von innen und aussen den ganzen Röhrenknochen, somit alle anderen Lamellensysteme.

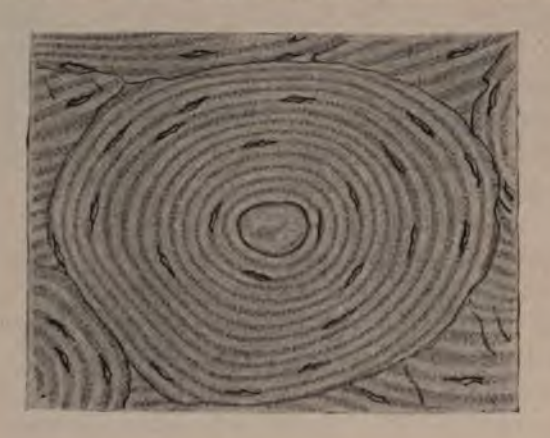
Die äusseren Grundlamellen sind stellenweise von Kanälen durchsetzt, welche Blutgefässe vom Periost führen. Diese Gefässkanäle ermangeln jedoch, im Gegensatze zu den Havers'schen Kanälen rings um das Lumen gelagerter Lamellen, wir nennen sie zur Unterscheidung Volkmann'sche Kanäle.

Alle oben angeführten Lamellensysteme sind, indem sie einander berühren, mittelst einer Kittsubstanz verbunden. Diese letztere, wenn sie in grösserer Menge angesammelt ist, bildet die sog. Kittlinien (v. Ebner), welche die angrenzenden Systeme trennen (Figg. 40 und 41). Um den Bau der Intercellularsubstanz, der Knochenhöhlen und der in denselben enthaltenen Knochenzellen genau kennen zu lernen, muss man zu starken Vergrösserungen und speziellen Methoden Zuflucht nehmen.

Der Bau der Intercellularsubstanz (Grundsubstanz) ist fibrillär. Wir haben es hier mit leimgebenden Fibrillen zu thun, welche mittelst homogener interfibrillärer Kittsubstanz zu Bündeln miteinander vereinigt sind. Die Bündel sind mittelst interfasciculärer Kittsubstanz miteinander verbunden. Was die Verteilung der Knochenerde innerhalb der Intercellularsubstanz betrifft, stehen zwei Ansichten einander gegenüber: die eine, welche ausschliesslich bloss die Kittsubstanz (v. Ebner) und die zweite, welche überdies auch die Fasern selbst als mit Kalksalzen imprägniert betrachtet (v. Kölliker).

Die Fibrillenbündel verlaufen nebeneinander in gleicher Richtung, indem sie Schichten oder sog. oben erwähnte Lamellen bilden. Solche Lamellen liegen oft nebeneinander und sind auf die Art geschichtet, dass die Bündel der einen mehr weniger unter einem rechten Winkel die Bündel der Nachbarlamelle kreuzen Als Beispiel führen wir einen Querschliff an, welcher aus der kompakten Knochensubstanz eines Röhrenknochens hergestellt ist (Fig. 40). Rings um die Havers'schen Kanäle sind Lamellen konzentrisch gelagert. Da eine Lamelle aus Bündeln besteht, welche längs der langen Achse verlaufen oder bloss mit ihr einen unbedeutenden Winkel bilden, dagegen die nächsten Lamellen Bündel zeigen, welche mehr weniger zirkulär rings um den Kanal verlaufen, so wird beim Querschnitt des Kanals (Fig. 40) die erste Lamelle mehr weniger quer durchschnittene, andere dagegen längs durchschnittene Bündel aufweisen. An einem Längsschliff dagegen wären dieselben Bündel entgegengesetzt getroffen. Deshalb sieht man beim Betrachten eines Lamellensystems bei einer starken Vergrösserung die einen Lamellen fein punktiert, denn so stellen sich die quer durchschnittenen Fibrillen dar, die Nachbarlamellen zeigen dagegen eine feine Streifung, weil sie die längsgetroffenen Fibrillen enthalten. Diese zwei Lamellenarten sind miteinander abwechselnd gelagert.

Die Betrachtung desselben Präparates im polarisierten Lichte lehrt, dass die längs durchschnittenen Fibrillen das Licht einfach, die quer durchschnittenen dagegen doppelt brechen. Infolgedessen erscheint bei Kreuzung von Nikol'schen Prismen die Schicht der quer durchschnittenen Fasern schwarz, während die Nachbarschichten, welche längs durchschnittene Fasern enthalten, das Licht doppelt brechen und infolgedessen hell erscheinen. (Figg. 40 u. 41.)





Figg. 40 und 41.

Stück eines Querschliffes durch die Diaphyse einer menschlichen Ulna im polarisierten Licht untersucht.

Ca. 170 mal vergrössert. Man sieht ein ganzes Havers-sches Lamellensystem samt angrenzenden interstitiellen und Havers'schen Lamellen. In der Mitte ist ein Havers'scher Kanal zu sehen. Ringsum sieht man Lamellen, welche Knochenhöhlen enthalten. Zwischen den angrenzenden Systemen sind Kittlinien zu sehen; in Fig 40 rechts unten die dunklen, schräg verlaufenden Linien = Sharpey'sche Fasern.

Fig. 40 bei nicht gekreuzten, Fig. 41 bei gekreuzten Nikol'schen Prismen.

Das dunkle Kreuz in Fig. 41 ist eine die Polarisation begleitende Erscheinung.

Diese lammellöse Intercellularsubstanz, welche man auch feinfaserige nennt, findet sich in allen Knochen der Erwachsenen.

Die grobfaserige Grundsubstanz, nach dem grobfaserigen, geflechtartigen Bau so benannt, finden wir hauptsächlich bei Embryonen, bei Erwachsenen dagegen nur sehr spärlich, wie z. B. an den Nähten, an den Ansatzstellen der Sehnen.

Innerhalb der Intercellularsubstanz treffen wir Bündel von Bindegewebsfibrillen an, welche ganz unabhängig von Fibrillen der Lamellen die letzteren quer oder schräg durchsetzen, indem sie vom Periost ausgehen (Fig. 40). Sie heissen Sharpey'sche Fasern und können unverkalkt bleiben oder einer partiellen Verkalkung unterliegen. Wir finden dieselben in den äusseren Grundlamellen und in den echten interstitiellen Lamellen des feinfaserigen (lamellösen) Knochengewebes, d. i. in jenen Lamellen, welche als Ablagerungen des Periost zurückgeblieben sind. Wir finden sie sehr reichlich auch im bald zu erwähnenden grobfaserigen Knochengewebe.

Die unverkalkten Sharpey'schen Fasern werden an macerierten und calcinierten Knochenschliffen vernichtet, es bleiben nur dünne, lufthaltige Röhrchen übrig, in welchen die Sharpeyschen Fasern verliefen.

Überdies treten vom Periost zur lamellösen Knochensubstanz elastische Fasern hinzu, indem sie sich den Bündeln Sharpey'scher Fasern anschliessen oder aber selbständig verlaufen.

Innerhalb der Intercellularsubstanz befinden sich kleine, längliche Hohlräume (13—31 μ lang, 6—15 μ breit, 4—9 μ dick), welche mit ihrer Gestalt an Kürbiskerne erinnern. (Figg. 42 u. 43.)

Diese Knochenhöhlen, früher unrichtig Knochenkörperchen genannt, liegen in der Regel mit der langen Axe längs des Verlaufes der Fasern. Dieselben liegen oft an der Grenze der Nachbarlamellen. Ihre Gestalt erscheint verschieden und vom Schnitt abhängig. Diese Höhlen besitzen zahlreiche und sehr feine Ausläufer, sog. Primitivröhrchen oder Knochenkanälchen, mittelst deren nicht nur die nebeneinanderliegenden, sondern auch die entfernteren Höhlen miteinander in Verbindung stehen. Die in der nächsten Nähe der Havers'schen Kanäle, des Markraumes und der Oberfläche des Knochens liegenden Knochenhöhlen senden Ausläufer aus, welche mit dem Lumen der Kanäle oder des Markraumes in Verbindung stehen oder sich an der Oberfläche des Knochens knapp unter dem Periost öffnen. Auf diese Art anastomosieren nicht nur alle Knochenhöhlen untereinander, sondern es besteht überdies eine Verbindung zwischen den Knochenhöhlen und den eben erwähnten Höhlen sowie der Oberfläche des Knochens, welche den Kreislauf des ernährenden Saftstromes ermöglicht. Dieses ganze Kanälchensystem können wir durch Ausfüllung desselben mit Farbstoffen veranschaulichen

(Figg. 42 u. 43). Die Partie der Grundsubstanz, welche die unmittelbare Begrenzung der Knochenhöhlen bildet, ist gegen Reagentien widerstandsfähiger als der Rest der Grundsubstanz. Bei Einwirkung konzentrierter Säuren erhält man gleichsam Abgüsse der kleinen Hohlgebilde samt Kanälchen, denn die ganze Intercellularsubstanz wird aufgelöst mit Ausnahme einer sehr dünnen Schicht, welche alle Höhlen und Kanäle des Knochens

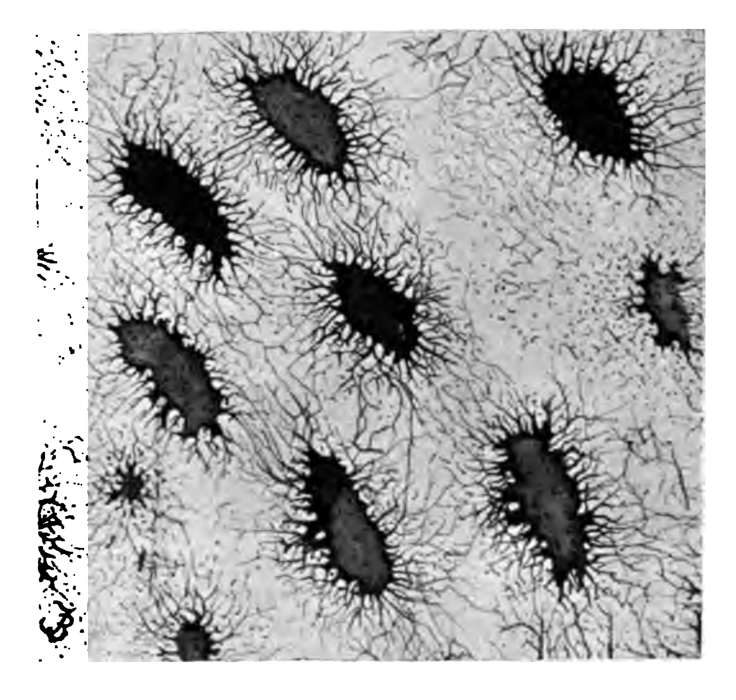


Fig. 42.

Aus einem Schliff durch einen Knochen des Rehbocks.

Die Knochenhöhlen sind von der Fläche gesehen und sind sowie die Knochenkanälchen mit Farbstoff ausgefüllt. Stellenweise sind kleine Punkte sichtbar, welche Querschnitte der Knochenkanälchen darstellen. Ca. 850 mal vergrössert.

auskleidet und ihre eigentliche Wandung bildet. Ist der Teil der Knochenhöhle am Schliff so abgeschnitten, dass wir ihre innere Wand von oben sehen, so können wir in ihr kleine Löcher bemerken, welche sich in feine, in die Tiefe heruntergehende Kanälchen verlängern. (Fig. 42.)

In den Knochenhöhlen liegen die Knochenzellen. Es sind dies membranlose Zellen, welche sich, indem sie die Knochenhöhlen vollkommen ausfüllen, in ihrer Gestalt nach diesen richten.

Indem sie zu den Knochenkanälchen Ausläufer entsenden, nehmen sie Sternform an. Da die Untersuchung der Knochenzellen an entkalkten Knochen vorgenommen wird und zur Entkalkung gewöhnlich starke Säuren verwendet werden, welche die Zellen alterieren, deshalb sind auch natürlich an solchen Präparaten die Knochenzellen geschrumpft und füllen die ganze Knochenhöhle nicht aus. Es ist erwiesen, dass die Ausläufer der Nach-

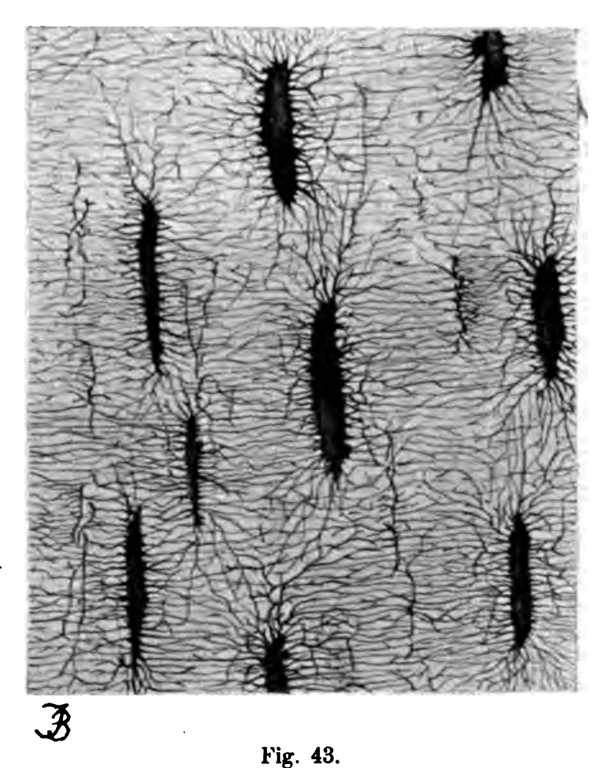


Fig. 43.

Aus einem Schliff durch einen Knochen des Rehbocks.

Die Knochenhöhlen sind von der Seite gesehen und sind sowie die Knochenkanälchen mit Farbstoff ausgefüllt. Ca. 850 mal vergrössert.

barzellen sich bei niederen Wirbeltieren miteinander vereinigen, es ist ebenfalls sicher, dass die Zellen auch bei höheren Wirbeltieren während der Entwicklung mittelst Kanälchen anastomosieren, es ist jedoch wahrscheinlich, dass bei höheren Tieren und bei ausgewachsenen Menschen Zellenverbindungen mittelst Ausläufer nicht bestehen.

Die spongiöse Knochensubstanz hat eine ganz ähnliche feinere Struktur, wie die eben beschriebene kompakte

Knochensubstanz. Ihre Grundsubstanz hat fibrillären Bau und enthält Knochenhöhlen samt Knochenkörperchen. Die Knochenbälkchen unterscheiden sich bloss darin, dass sie keine Haversschen Kanäle und Lamellensysteme besitzen; die grösseren derselben weisen jedoch lamellöse Schichtung auf, welche zur breiten Fläche der Bälkchen parallel liegt.

Es ist zweckdienlich die Beschreibung anderer Einzelnheiten, welche den Bau, die Vascularisation und die Entwicklung der Knochen betreffen, dem das Knochensystem behandelnden Abschnitte vorzubehalten.

Um Wiederholungen zu vermeiden, wird das Dentin bei der Schilderung des Baues der Zähne näher betrachtet werden.

III. Das Muskelgewebe.

Dieses Gewebe zeichnet sich aus durch eine sehr bedeutende Kontraktilität des Protoplasmas auf einen äusseren Reiz hin, welche sich im Gegensatze zur Kontraktilität des Protoplasma anderer Zellen dadurch auszeichnet, dass die Kontraktionen nur in einer Richtung vor sich gehen können. Die Kontraktionen der Muskelzellen können entweder abhängig vom Willen oder auch ohne dessen Einfluss auftreten. Hienach unterscheiden wir willkürliche und unwillkürliche Muskeln.

Dies sind physiologische Merkmale und die physiologische Einteilung des Muskelgewebes. Histologisch können wir das Muskelgewebe auf nachstehende Art beschreiben: es besteht aus langgestreckten Elementen, welche einen oder mehrere Kerne besitzen. Die Elemente können von einer Zellmembran umgeben sein oder nicht und sind nur durch eine geringe Menge Kittsubstanz miteinander verbunden. Mitten im Zellprotoplasma bemerken wir gewöhnlich Fibrillen, welche als eine Erscheinung der mit der Kontraktilität dieses Gewebes im Zusammenhange stehenden Differenzierung zu betrachten sind. Diese kontraktilen Fibrillen sind bald strukturlos, bald erscheinen sie als aus abwechselnd gelagerten Abschnitten von verschiedenen chemischen und physikalischen Eigenschaften zusammengesetzt. Das letztere ist der Ausdruck einer höheren Differenzierung, welche mit der Fähigkeit der grösseren und rascheren Kontraktilität im Zusammenhange steht.

Zur ersten Gruppe gehören die sog. glatten Muskeln, deren differenzierte Fibrillen gleichartige Beschaffenheit besitzen, zu der zweiten dagegen die sog. quergestreiften Muskeln. Diese letzteren zerfallen wieder in a) die Muskelzellen des Herzens und in b) quergestreifte Muskelfasern (Skelettmuskel).



Fig. 44.

Vier glatte Muskelzellen aus dem Magen eines Frosches.

Durch 33% Kalilauge isoliert. In der Mitte jeder Zelle liegt ein ovaler Kern; an beiden Enden der Kerne ist die Ansammlung des körnigen Protoplasmas zu sehen. Ca. 400 mal vergrössert.

1. Das Gewebe der glatten Muskeln besteht aus spindelförmigen, gewöhnlich 50—200 μ langen, 4—7 μ dicken Zellen. (Fig. 44.) Eine Zellmembran im eigentlichen Sinne des Wortes besitzen diese Zellen nicht. In der Mitte, im dicksten Teile der Zelle liegt der ovale, stäbchenförmige Kern, welcher ein oder mehrere Kernkörperchen enthält. Der Kern ist hauptsächlich



Fig. 45.

Stück eines Längsschnittes der Muskelschicht eines Hundedickdarmes. Ca. 530 mal vergrössert.

an beiden Enden mit granuliertem Protoplasma umgeben. Innerhalb des Zellkörpers sieht man im Protoplasma vor allem bei niederen Tieren längs verlaufende Fibrillen, welche sich innerhalb des undifferenzierten Sarkoplasmas befinden. Die differenzierten kontraktilen Fibrillen sind doppelbrechend.

Die glatten Muskelzellen des Uterus können während der Schwangerschaft bedeutend hypertrophieren, um sodann wieder

einer Rückbildung zu unterliegen; sie können die Länge von 500 μ erreichen.

Die glatten Muskelzellen liegen gewöhnlich nicht einzeln, sondern es liegen deren mehrere nebeneinander. (Fig. 45.) Sie bilden Schichten und Häute, indem sie in einer Richtung verlaufen oder sich in verschiedenen Richtungen durchflechten. Wenn wir den Zellenkomplex quer durchschneiden, stellen sie rundliche oder polygonale Felder dar als Folge gegenseitiger Abplattung. (Fig. 46.)

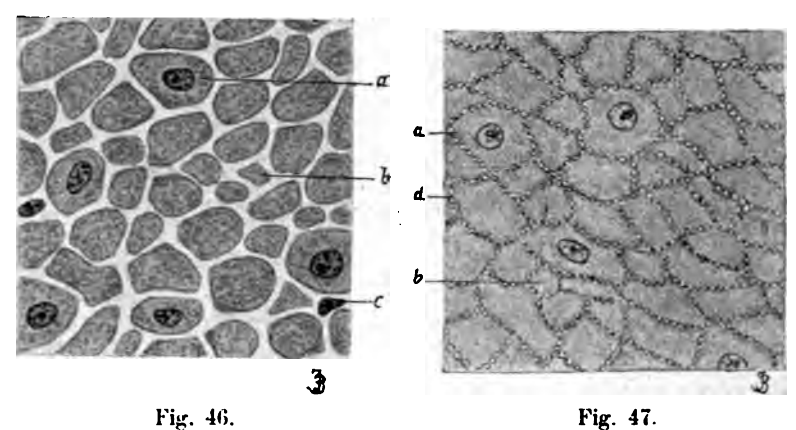


Fig. 46. Fig. 47.

Fig. 46.

Stück eines Querschnittes der Muskelschicht eines Hundedickdarmes.
Die Intercellularbrücken sind hier nicht zu sehen. Ca. 800 mal vergrössert.

Fig. 47.

Stück eines Querschnittes der Muskelschicht eines Hundedickdarmes.
Die Intercellularbrücken sind hier bei d zu sehen. Ca. 800 mal vergrössert.
a) Querdurchschnittene Zelle in der Höhe des Kernes.
b) Querdurchschnittene Zelle in der Nähe des Endes.
c) Kern der Bindegewebszelle.
d) Intercellularbrücken.

Nicht alle diese Felder sind gleich gross, einige sind klein, weil sie dem Durchschnitt an den Enden der spindelförmigen Zellen, andere dagegen sind grösser, weil sie dem Durchschnitt in der dickeren Mittelpartie entsprechen. Einige dieser letzteren enthalten Kerne, wenn die Zelle an der entsprechenden Stelle durchschnitten wurde.

Die einzelnen Zellen sind nur mittelst einer unbedeutenden Menge Kittsubstanz mit einander verbunden, welche mit Argentum nitricum nachgewiesen werden kann.

Manchmal und hauptsächlich an Querschnitten können wir sehen, dass die Zellen feine Intercellularbrücken entsenden, welche sich mit den Spitzen mit einander vereinigen. (Kultschitzky, Barfurth, Klecki.) (Figg. 45 u. 47.)

In letzter Zeit wurde jedoch von manchen Autoren die Annahme bestritten, dass die glatten Muskelzellen durch Kittsubstanz oder Intercellularbrücken miteinander verbunden wären. So behaupten de Bruyne, Triepel, Schaffer u. a., dass die Bindesubstanz, welche verschieden mächtig entwickelt sein kann, die Muskelzellen unter einander verbindet, und dass die Intercellularbrücken als Folge der Schrumpfung der kontraktilen Substanz der Muskelzellen zu betrachten sind.

Diese enge Verbindung kann mittelst Kali- oder Natron-

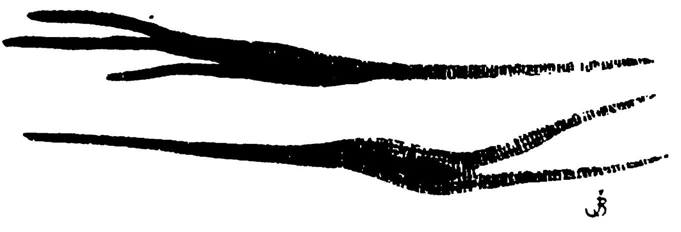


Fig. 48.

Zwei Herzmuskelzellen vom Frosche, in Kalilauge isoliert.

In der oberen Zelle ist ein, in der unteren sind zwei Kerne zu sehen; an den Enden der Kerne ist das körnige Sarkoplasma angesammelt. Ca. 700 mal vergrössert.

lauge gelöst werden. Zwischen den Gruppen von Zellen befindet sich Bindegewebe, welches Gefässe und Nerven führt.

Die Kontraktion der glatten Muskelzellen geht langsam vor sich und ist vom Willen unabhängig. Sie sind überwiegend mesenchymatischen und nur ausnahmsweise ento- oder ektodermalen Ursprungs. Die Vermehrung der Zellen geschieht auf karyokinetischem Wege.

Dieses Gewebe befindet sich in der Wand des Verdauungstraktus, in den Atmungs-, Harn- und Geschlechtsorganen, in Gefässwänden, in manchen Drüsen, in der Haut und im Auge.

2. Wir unterscheiden zwei Arten des gestreiften Muskels:
   a) Herzmuskel.
   b) Skelettmuskel.

a) Der Herzmuskel nimmt die Mittelstelle zwischen dem glatten und quergestreiften Muskel ein. Die mit dem glatten Muskel gemeinsamen Merkmale ist der Mangel der Zellmembran,

das Vorhandensein bloss eines Kernes, bei niederen Wirbeltieren gleichfalls eine spindelförmige Gestalt, schliesslich die vom Willen unabhängige Kontraktilität. Mit dem quergestreiften Skelettmuskel hat er dagegen die Querstreifung gemein.

Die Zellen des Herzmuskels bei den Amphibien (Fig. 48) behalten im ganzen die Gestalt der Zellen des glatten Muskels mit dem einzigen Unterschiede, dass sie an einem oder an beiden Enden oft gegabelt sind und dass sie einen ausgeprägten fibrillären Bau mit Querstreifung besitzen.

Der Herzmuskel höherer Wirbeltiere (Fig. 49) weist kurz cylindrische Zellen auf. Diese Zellen verbinden sich mit den Nachbarzellen an ihren beiden Enden, wobei die Verbindungsflächen mittelst Kittsubstanz zusammengefügt sind. Die letztere lässt sich mit Argentum nitricum nachweisen und mittelst Laugen und Salpetersäure auflösen (ähnlich wie bei glatten Muskelzellen). Die Zellen geben gewöhnlich kurze Seitenäste unter spitzen Winkeln ab.

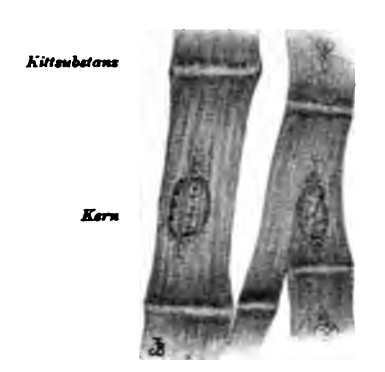


Fig. 49.

Aus einem Längsschnitte durch den menschlichen Herzmuskel.

Es sind zwei ganze Zellen zu sehen, die linke besitzt eine Abzweigung. Ca. 500 mal vergrössert.

Diese Äste der Nachbarzellen verbinden sich und hiedurch entsteht eine Art Muskelnetz, dessen Maschen enge Spalten darstellen. Die Seitenwände der cylindrischen Zellen sind miteinander mit Kittsubstanz nicht verbunden.

Die Zellen des Herzmuskels scheinen keine Zellmembran zu besitzen. In der Mitte der Zelle liegt in der Regel ein oder höchstens zwei ovale, mit einer grösseren Menge körnigen Sarkoplasmas umgebene Kerne, welche Ansammlung hauptsächlich an beiden Polen der Kerne Platz greift. Im Sarkoplasma findet man oft ein körniges braunes Pigment. (Fig. 50.)

Die Zellsubstanz weist ausgeprägte Fibrillen auf, welche durch das undifferenzierte Sarkoplasma voneinander getrennt sind.

Jede Fibrille ist quer gestreift, was in der Zusammensetzung aus dunkleren und helleren, doppelt und einfach lichtbrechenden, wechselweise gelagerten Abschnitten seinen Grund hat. In der

feineren Struktur weisen dieselben eine Übereinstimmung mit dem Bau der quergestreiften Muskelfaser auf, die demnächst eingehend besprochen werden wird. Die Anordnung der Fibrillen innerhalb des undifferenzierten Sarkoplasmas ist bei verschiedenen Tieren nicht ganz gleich.

Wir lernen diese Anordnung kennen, indem wir die Zellen am Querschnitte untersuchen. (Fig. 50.) Es stellen nämlich die querdurchschnittenen Fibrillenbündel polygonale oder bandförmige Felder dar, welche durch Blätter des Sarkoplasmas von einander geschieden sind. Diese letzteren gehen oft vom Kern radiär auseinander.



Fig. 50.

Aus einem Querschnitt durch den Herzmuskel des Menschen.
Ca. 800 mal vergrössert.

Die die Zellen des Herzmuskels verbindende Kittsubstanz besitzt eine Stäbchenstruktur (Browicz). (Fig. 49.) Bei starker Vergrösserung (Fig. 51) bemerkt man, dass die Primitivfibrillen an den Enden Verdickungen aufweisen, welche die Grenzschicht (stratum granulosum terminale) bilden. In dem Vereinigungspunkte zweier Nachbarzellen sind diese Verdickungen natürlich einander zugewendet und grenzen an die, die beiden Zellen verbindende Kittsubstanz. Die Endverdickungen der Primitivfibrillen der Nachbarzellen sind mittelst sehr feiner protoplasmatischer Ausläufer, welche die Kittlinie durchsetzen, untereinander verbunden. Es scheint, dass zwischen diesen Ausläufern sich leere

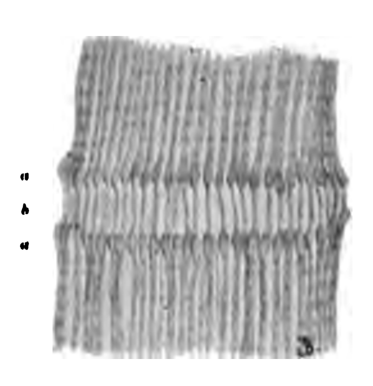


Fig. 51.

Die Verbindung zweier Herzmuskelzellen von einem oedematösen menschlichen Herzmuskel.

a) Stratum granulosum terminale.
b) Fadenförmige Ausläufer, welche die Primitivfibrillen zweier Nachbarzellen verbinden. Sehr starke Vergrösserung.

Räume befinden, was der Kittsubstanz die Stäbchenstruktur verleiht (Przewoski). Diese am normalen Herzmuskel sichtbare Struktur tritt an den ödematës veränderten Herzen noch ausgeprägter auf, weil die Protoplasmafortsätze sowie die Endverdickungen der Primitivfibrillen bedeutend auseinander geschoben sind. (Fig. 51.)

b) Quergestreifte Muskelfaser (Skelettmuskel).

Die quergestreifte Muskelfaser stellt die am meisten differenzierte Art des Muskelgewebes dar.

Die Muskelzelle tritt hier in Form einer langen Faser auf, welche eine doppelte Streifung, eine Quer- und Längsstreifung aufweist, eine grosse Menge Kerne enthält und gewöhnlich von einer sehr dünnen Membran, dem sog. Sarkolemma umgeben ist. (Fig. 52.)

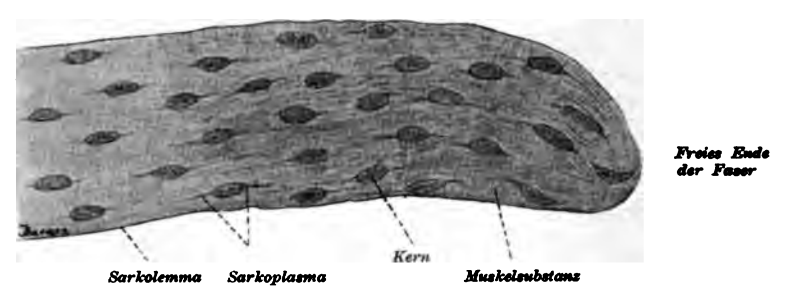


Fig. 52.
Muskelfaserstück aus einem quergestreiften Muskel des Frosches.
Ca. 300 mal vergrössert.

Diese Muskelfasern haben den Wert einer Zelle, welche sehr viele Kerne enthält, somit das sog. Syncytium darstellt. Hievon überzeugt uns die Prüfung der Entwicklung der Muskelfasern, während welcher der Zellenkörper ungeachtet der mehrmaligen Teilung des Kernes selbst einer Teilung nicht unterliegt. Die Muskelfasern sind sehr grosse Zellen, denn dieselben können bei verhältnismässig minimaler Dicke eine bedeutende Länge von über 10 cm erreichen. Die Muskelfasern können ebenso lang sein wie der ganze Muskel, was hauptsächlich bei kleinen Muskeln der Fall ist. In langen Muskeln sind sie dagegen kürzer als der Gesamtmuskel, deshalb findet man oft spitze Faserenden im Inneren von Muskeln.

Die Dicke variiert gewöhnlich zwischen 30—60 μ, die Fasern können jedoch bedeutend dünner oder dicker sein. Die

Grösse der Fasern ist bei verschiedenen Tieren sehr verschieden. Bei älteren Individuen sind dieselben grösser als bei jüngeren. Die Fasern enden entweder mehr stumpf oder sie sind konisch zugespitzt. Manchmal teilen sie sich am Ende gabelförmig oder verästeln sich sogar reichlich, wie z. B. in der Zunge.

Die doppelte Streifung hängt davon ab, dass jede Muskelfaser aus sehr feinen, längs verlaufenden Fibrillen, deren jede wieder quer gestreift ist, besteht. (Fig. 55.) Man sieht dies sogar deutlich an frischen, aus dem Organismus ausgeschnittenen Fasern. Diese Fibrillen heissen Primitivfibrillen und verlaufen parallel nebeneinander von einem Ende der Muskelfaser zum anderen.

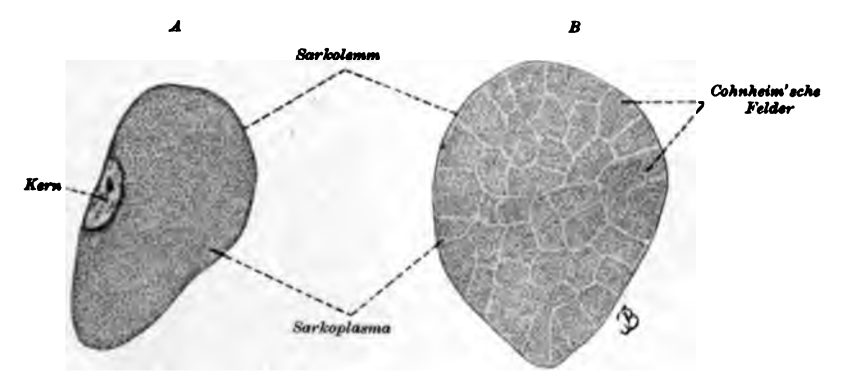


Fig. 53.

Querschnitte durch quergestreifte Muskelfasern des Kaninchens.

In *A* sind die Primitivfibrillen gleichmässig verteilt, in *B* bilden sie Cohnheim'sche Felder. Die feinen Punkte sind querdurchschnittene Primitivfibrillen. Ca. 1000 mal vergrössert.

Sie sind wesentliche Teile des Protoplasmas einer definitiv entwickelten Muskelfaser, sie sind nämlich jener veränderte, zur Kontraktilität differenzierte Teil des Protoplasmas. Das ganze Protoplasma unterliegt jedoch dieser Differenzierung nicht, ein kleiner Teil desselben bleibt immer unverändert und zwischen den kontraktilen Primitivfibrillen eingeschaltet; letzterer bildet das sog. Sarkoplasma.

Die Anordnung der Primitivfibrillen innerhalb des undifferenzierten Sarkoplasmas kann sehr verschieden sein. Dieselben können nämlich mehr oder minder regelmässig in der ganzen Faser verteilt oder in Bündel gruppiert sein, welche sich wieder bei verschiedenen Tieren und in verschiedenen Muskeln mannigfaltig verhalten. (Fig. 53.) Sie können platte, bandförmige oder dickere Bündel darstellen, welche letztere am Querschnitt der

Muskelfaser polygonale Felder bilden, die Cohnheim'sche Felder heissen. Sie sind durch eine grössere oder geringere Menge Sarkoplasma geschieden, welches sich am Querschnitte der Faser in Form eines hellen Netzes darstellt, in dessen Maschen sich eben die Fibrillenbündel, d. i. die Cohnheimschen Felder befinden. Die Muskeln der niederen Tiere enthalten im allgemeinen verhältnismässig viel Sarkoplasma. Von der Menge des zwischen den Fibrillen befindlichen Sarkoplasmas hängt auch die Deutlichkeit der Längsstreifung der Muskeln ab. Das Sarkoplasma befindet sich überdies unter dem Sarkolemma

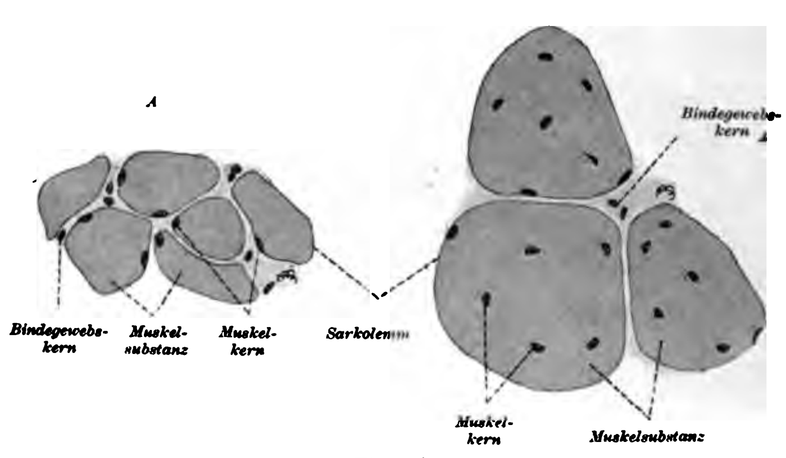


Fig. 54.

Querschnitte von quergestreiften Muskelfasern.

A Vom Menschen, *B* Vom Frosch. Ca. 350 mal vergrössert. Es tritt hier das Verhältnis der Muskelkerne zum Sarkolemm hervor.

und bildet eine dünne Randschicht. Einige Autoren (v. Thanhoffer, Rawitz), welche diese Schicht als den inneren Teil des Sarkolemma betrachten, nannten sie Endolemma im Gegensatze zu der äusseren Schicht des Sarkolemma, dem Epilemma.

Innerhalb des Sarkoplasmas liegen ovale Kerne, welche mit ihrer langen Achse parallel zur langen Achse der Muskelfaser gelagert sind. (Figg. 52 u. 55.) Sie liegen entweder in der Mitte der Faser zwischen den Primitivfibrillen oder peripherisch, knapp unter dem Sarkolemma. (Fig. 54.) Dieser letztere Fall tritt hauptsächlich bei Muskeln ein, in welchen die geringe Menge des Sarkoplasma zwischen den Primitivfibrillen keinen Platz für die Kerne bietet.

Dies sehen wir in den Muskeln der höheren Wirbeltiere im Gegensatze zu den Muskeln der niederen Wirbeltiere, z. B. der Amphibien, welche zwischen den Bündeln der Primitivfibrillen zerstreute Kerne besitzen. Bei einigen Tieren, z. B. beim Kaninchen, finden wir Muskeln von zweierlei Art: die einen, die sog. roten Muskeln, verhalten sich ebenso wie die Muskeln der Amphibien, sie enthalten nämlich mehr Sarkoplasma zwischen den Primitivfibrillen und weisen deshalb eine ausdrückliche Längsstreifung auf. Ihre Kerne liegen auch im Inneren der Faser, was im Zusammenhang mit dem Vorhandensein einer grösseren Menge Sarkoplasma steht. Die anderen dagegen, die sog. weissen Muskeln, enthalten wenig Sarkoplasma, weisen eine deutliche Querstreifung auf und die Kerne liegen peripherisch dicht unter dem Sarkolemma. Im Zusammenhange mit diesem Bau der Muskelfaser sollen auch ihre physiologischen Eigenschaften stehen. Die mehr Sarkoplasma enthaltenden Fasern zeichnen sich nämlich durch ihre langsamere Kontraktilität und eine später eintretende Ermüdung aus. Bei der Mehrzahl der Wirbeltiere und beim Menschen findet man fast ausschliesslich Muskeln, welche die Eigenschaften der roten Kaninchenmuskeln besitzen; einige Muskeln dagegen, die sog. gemischten Muskeln enthalten beide Arten von Fasern.

Jede voll entwickelte Muskelfaser der höheren Wirbeltiere ist mit Sarkolemma umgeben, welches sich als eine äusserst dünne, homogene, strukturlose Membran darstellt, welche dem Inhalte der Faser eng anliegt. Deshalb ist dieselbe unter normalen Verhältnissen nicht leicht zu bemerken und man muss erst zu gewissen Mitteln seine Zuflucht nehmen. Wenn z. B. auf die Muskelfaser Wasser einwirkt, durchdringt dasselbe auf Grund der Osmose das Sarkolemma, welches infolgedessen von dem Inhalte der Faser absteht und sich in Form von Bläschen erhebt. Die Anwesenheit dieser Membran ist auch an frischen Muskelfasern ersichtlich, wenn beim Isolieren derselben mittelst Nadeln der Inhalt der Faser zerquetscht wird und das unbeschädigte Sarkolemma als leerer Schlauch zurückbleibt; ebenso ist die Grenze des Sarkolemma deutlich zu sehen, wenn am Ende eines zerrissenen Sarkolemmaschlauches der Inhalt der Muskelfaser austritt.

Das Sarkolemma stellt demnach eine Zellmembran der Muskelfaser dar und umgiebt als solche ohne Unterbrechung auch beide Enden der Muskelfaser. Nur ausnahmsweise besitzen die

Muskeln einiger niederer Tiere kein Sarkolemma. Wie bemerkt, halten einige Autoren dafür, dass das Sarkolemma aus zwei Schichten zusammengesetzt ist, aus dem sog. **Endolemma**, welches nichts anderes ist, als die periphere Randschicht des Sarkoplasma und dem **Epilemma**, welches dem soeben beschriebenen, eigentlichen Sarkolemma entspricht.

Die **Querstreifung** der Muskelfaser ist, wie bereits oben erwähnt wurde, eine Folge der Zusammensetzung der Primitivfibrillen aus alternierend gelagerten schmalen Abschnitten von verschiedenen physikalischen Eigenschaften. Da die physikalisch gleich beschaffenen Abschnitte in allen Primitivfibrillen derselben Muskelfaser genau in derselben Höhe liegen, entsteht eine Querstreifung, welche die ganze Dicke der Muskelfaser durchdringt. (Fig. 55.)

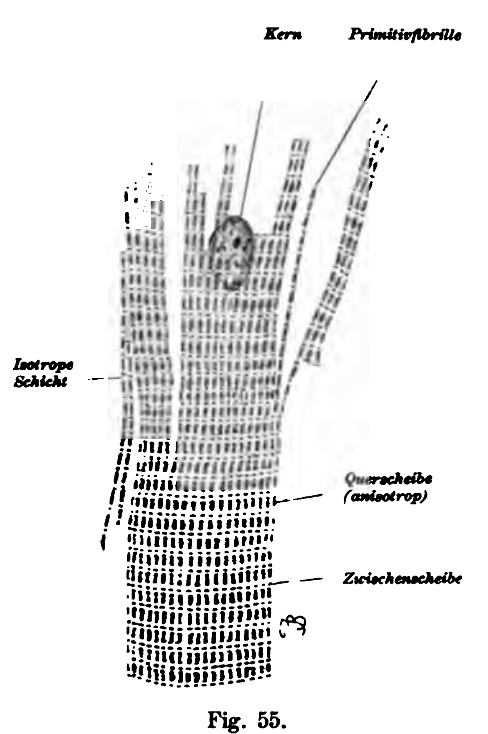


Fig. 55.
Ein in Fibrillen zerfallenes Muskelfaserstück des Frosches.
Ca. 650 mal vergrössert.

Was die Eigenschaften dieser Abschnitte anbelangt, so sind einige derselben stärker, andere schwächer lichtbrechend. Die ersteren färben sich bei Anwendung der Färbemittel dunkler als die letzteren. Bei hoher Einstellung des Objektivs erscheinen die ersteren heller als die letzteren; bei tiefer Einstellung erscheinen im Gegenteile die stärker lichtbrechenden Teile bedeutend dunkler als die schwächer lichtbrechenden. Von nun an werden wir diese Teile so bezeichnen, wie sich dieselben bei der tiefen Einstellung des Objektivs darstellen. Bei oberflächlicher Betrachtung der Muskelfaser im Ruhezustande bei einer starken Vergrösserung bemerken wir bloss eine alternierende Lagerung zweier Substanzen, welche geldrollenartig geordnet sind. Wir bemerken ferner, dass die hellen und dunklen Scheiben beinahe die-

selbe Dicke besitzen. Die dunklen Scheiben, Querscheiben (Q) genannt, brechen das Licht doppelt, d. i. sie erscheinen im polarisierten Licht bei gekreuzten Nikol'schen Prismen hell im dunklen Felde, d. h. dieselben sind anisotrop. Die hellen Scheiben sind im Gegenteil nur einfach lichtbrechend, sind isotrop und erscheinen im polarisierten Lichte dunkel.

Bei genauer Untersuchung, vor allem der gedehnten Fasern, mit Hilfe der stärksten Vergrösserungen überzeugen wir uns, dass jede der beschriebenen Scheiben noch dünnere Schichten aufweist, welche diese Scheiben in zwei Hälften teilen. So weist die helle, d. i. isotrope Scheibe konstant eine sehr dünne und gewöhnlich sehr dunkle, doppelt lichtbrechende Schicht, die sog. Zwischenscheibe (Z) auf, welche zuerst von Amici beschrieben wurde. Im Inneren der dunklen Querscheibe begegnen wir dagegen gewöhnlich einem Streifen, welcher heller ist, d. h. das Licht schwächer bricht, als der Rest der anisotropen Substanz, d. i. der sog. Mittelscheibe oder Hensenschen Scheibe (h). Diese Mittelscheibe ist heller als die anisotrope Substanz, sie bricht das Licht einfach und ist immer dunkler als die isotrope Substanz.

In den Muskeln einiger Arthropoden begegnen wir einer noch grösseren Differenzierung. Bei denselben bemerken wir nämlich einen, innerhalb der isotropen Scheiben auftretenden dunklen Streifen, welcher dieselben in zwei Hälften teilt, d. i. die sog. Nebenscheibe (N). Diese sehr inkonstante Schicht bricht das Licht gewöhnlich schwächer als die Querscheibe und hat hiebei die Fähigkeit der Doppelbrechung.

Wenn wir ein Schema, welches alle diese Schichten in einem meist komplizierten Falle versinnlicht, genau beobachten, überzeugen wir uns, dass in ihrer Schichtung eine ausdrückliche Symmetrie und Konstanz der Aufeinanderfolge herrscht. (Fig. 56.)

Wir könnten sogar die ganze Primitivfibrille in Abschnitte teilen, in welchen sich alle Schichten in derselben Ordnung wiederholen. Da jede Fibrille mit einer Zwischenscheibe endigt, scheint es, dass eben sie die natürliche Endigung eines jeden Gliedes bildet und dass sie die einzelnen Glieder voneinander scheidet.

Jedes solche Glied (Fig. 56) würde bestehen aus der Zwischenscheibe (Z), aus der Hälfte der isotropen Scheibe (E), aus der Nebenscheibe (N), aus der zweiten Hälfte der isotropen Scheibe (J), aus einer Hälfte der Querscheibe (Q), aus der Mittel-

scheibe (h), aus der zweiten Hälfte der Querscheibe (Q), aus einer Hälfte der isotropen Scheibe (J), aus der Nebenscheibe (N) und aus der zweiten Hälfte der isotropen Scheibe (E). Sodann würde das neue Glied mit der weiteren Zwischenscheibe (Z) beginnen. Solche Einheiten scheinen jedoch nicht natürlich, sondern künstlich zu sein; denn man kann keine Einheiten erhalten, aus welchen die Primitivfibrille bestehen würde und welche mit derselben Schicht, mit welcher sie endigen, auch anfangen würden; dies wäre bloss in dem Falle möglich, wenn man annehmen würde, die Zwischenscheibe sei eine Kittsubstanz, welche die einzelnen Glieder miteinander verbindet. Bei der Schwierigkeit, die Primitivfibrillen in noch kleinere Einheiten zu zerlegen, ist die Fibrille als letzte Bestandeinheit der quergestreiften Muskelfasern zu betrachten. Das Auftreten einer Differenzierung innerhalb der Fibrille in verschieden beschaffene Abschnitte ist dagegen bloss als ein Moment aufzufassen, welches die Erfüllung der den Muskelfasern zufallenden Funktion bedingt.

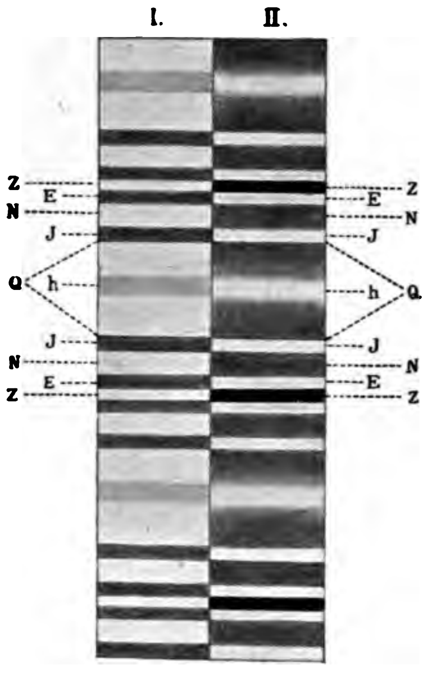


Fig. 56.

Schema der Querstreifung des Käfermuskels nach Rollet.

I bei hoher, II bei tiefer Einstellung des Objektivs; Q Querscheibe, h Mittelscheibe (Hensen'sche Scheibe), J isotrope Substanz, N Nebenscheibe, E isotrope Substanz (Endscheibe), Z Zwischenscheibe.

Betrachten wir nun, wie sich die einzelnen Schichten während der Kontraktion verhalten. Vor allem werden alle Schichten niedriger und breiter. Infolgedessen werden die hellen Schichten so dünn, dass sie beinahe verschwinden. Die Nebenscheiben nähern sich den Zwischenscheiben so sehr, dass sie endlich, mit denselben zusammenfliessend, neue Gebilde, die sog. Kontraktionsstreifen bilden.

Dieser Streifen bricht das Licht gewöhnlich einfach, d. i.

er wird isotrop, während die Querscheiben die Fähigkeit der Doppelbrechung behalten. Bei der Querscheibe schwindet gleichzeitig die Differenzierung zwischen den satter gefärbten Partien und dem hellen Hensen'schen Streifen (Mittelscheibe).

Am besten gelingt es, diese in den einzelnen Schichten während der Kontraktion eintretenden Veränderungen an solchen Muskelfasern zu beobachten, deren nur einzelne Teile in Kontraktion (sog. Kontraktionswellen) sich befinden, während die angrenzenden Partien im Ruhezustande verharren. An solchen Muskelfasern lassen sich die Übergänge von kontrahierten zu erschlafften Teilen verfolgen. Noch mehr belehrende Bilder erhält man an Fasern, an welchen sog. seitliche Wellen auftreten. (Fig. 57.) Letztere treten nämlich an Stellen auf, an denen Doyère's Hügel (s. Nervenendigungen) aufsitzen und gestatten von den erschlafften gegen die kontrahierten Teile hin die Veränderungen, welche die Schichten bei der Kontraktion erleiden, in ein und derselben Schicht zu verfolgen" (Rollet).

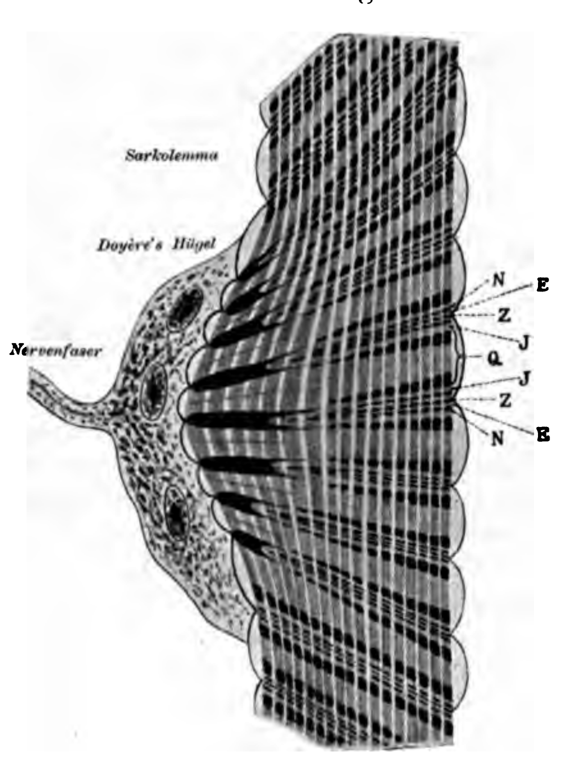


Fig. 57.

Seitliche Kontraktionswelle von Cassida equestris nach Rollet.

Die Bildung des Kontraktionsstreifens ist gut zu sehen. Links die dicken, schwarzen Streifen = Kontraktionsstreifen. Sehr starke Vergrösserung.

Auf Grund genauer Beobachtung gelangt man zu der Überzeugung, dass die Querscheiben während der Kontraktion thätig sind und dass diese Thätigkeit in der Verkleinerung des Um-

fanges und in der Verdichtung ihrer Substanz durch Abgabe von Flüssigkeit an die unmittelbare Umgebung besteht. Während der Kontraktion gewinnen die Querscheiben, indem sie kürzer, d. h. niedriger werden, etwas an Breite. Diese Beobachtungen stimmen mit der Thatsache überein, dass der Muskel während der Kontraktion an seiner Länge verliert, dagegen entsprechend an Dicke gewinnt. Die isotrope Substanz spielt während der Kontraktion keine thätige Rolle, sondern verhält sich, da sie eine bedeutende Elastizität besitzt, passiv. Während der Kontraktion kommt somit die Kontraktilität der Querscheiben und die Elastizität der isotropen Substanz zur Geltung (Ranvier). Die Streifung selbst ist nicht als unumgängliche Bedingung der Kontraktilität zu betrachten, denn auch die glatten Muskelzellen, welche keine Querstreifung aufweisen, sind ebenfalls kontraktil. Die Querstreifung steht jedoch, wie man mit Grund annehmen kann, mit der Geschwindigkeit der Kontraktion im Zusammenhange. Diese Annahme wird auch wirklich durch die Thatsache bestätigt, dass der glatte Muskel sich bedeutend langsamer zusammenzieht als der quergestreifte; denn die Verteilung der kontraktilen Substanz in kleine Teilchen erleichtert und ermöglicht die schnellere Abgabe der Flüssigkeit von der Querscheibe in die anliegenden Partien (Ranvier).

Unter dem Einflusse der Reagentien verhalten sich die verschiedenen Schichten der Fibrille verschieden. Unter dem Einflusse einiger schwachen Säuren schwillt die Querscheibe an, während die Nebenscheibe diesem Einflusse nur unbedeutend und die Zwischenscheibe in minimalem Grade unterliegt. Infolgedessen erscheint die Fibrille rosenkranzartig und die Zwischenscheiben liegen in tiefen Einschnürungen. Bei einer stärkeren Einwirkung der Säuren teilt sich die Querscheibe und es erfolgt eine Trennung in Scheiben, welche im Inneren intakte Zwischenscheiben enthalten.

Einen anderen als den unter dem Einflusse der Säuren auftretenden Zerfall in Scheiben (Discs) bemerkte zuerst Bowman und später Rollet an den Muskeln einiger Insekten bei der Einwirkung 93% Alkohols während 24—48 Stunden. Die sog. Bowman'schen Discs enthielten intakte Querscheiben und Mittelscheibe. Rollet überzeugte sich, dass dieser Zerfall in der isotropen Substanz entweder zwischen der Neben- und Zwischenscheibe oder zwischen der Neben- und Querscheibe vor sich geht. Demgemäss stellen sich die durch den Zerfall entstehenden Scheiben ver-

schieden dar. Die Zwischenscheibe ist wohl die widerstandsfähigste und festeste Schicht und scheint mit dem Sarkoplasma, beziehungsweise durch die Vermittlung desselben mit dem Sarkolemma im engen Zusammenhange zu stehen.

Auf diese Art hätten wir den Bau und die Funktion des differenzierten Teiles der Muskelfaser kennen gelernt.

Was den Bau und die Bedeutung der Zwischensubstanz der Fibrillen, d. i. des Sarkoplasmas anbelangt, so enthält dasselbe oft feine, stark lichtbrechende interstitielle Körner. Das Sarkoplasma löst sich in Wasser, in einigen verdünnten Säuren und kaustischen Alkalien auf, was den Zerfall der Muskelfaser in Primitivfibrillen zur Folge hat; so wirkt z. B. Chromsäure, Salicylsäure etc. Das Sarkoplasma spielt eine Rolle bei der Ernährung, Vermehrung und bei dem Wachstum der Muskelfasern. Ferner ist das Sarkoplasma, in welchem die motorische Nervenfaser endigt, als Leiter des Nervenreizes zu betrachten, durch dessen Vermittlung der Reiz sich gleichmässig allen Teilen der Fibrillen mitteilen kann.

Die quergestreiften Muskeln nehmen vom Mesoderm ihren Ursprung. Die Zellen, aus denen sie sich entwickeln, heissen Myoblasten. Bei höheren Tieren geht die Entwicklung der Muskelfasern auf nachstehende Art vor sich: Die Myoblasten sind ursprünglich einkernige und spindelförmige Zellen und ihr Protoplasma weist keine Differenzierung auf. Sodann teilen sich die Kerne schnell durch Mitose, die Zelle wächst dabei zu einer langen Faser aus, unterliegt jedoch selbst nicht der Teilung. Die Kerne lagern sich in einer Längsreihe in der Achse der Faser und an der Peripherie derselben beginnt innerhalb des Protoplasmas der Prozess der Differenzierung: es treten innerhalb desselben quergestreifte Fibrillen auf. In diesem Stadium erscheint der Myoblast in Form einer Faser, deren Wand aus quergestreiften Fibrillen besteht und deren Mitte ein körniges Protoplasma, welches eine Reihe Kerne enthält, einnimmt. Die Fasern sind anfänglich von der Zellmembran nicht bedeckt, denn das Sarkolemma tritt erst mit fortschreitender Entwicklung auf. Später erhalten die Fibrillen das Übergewicht über das undifferenzierte Sarkoplasma, natürlich auf Kosten des letzteren. Auf diese Art geht jede Zelle (Myoblast) durch unvollkommene Zellteilung in ein Syncytium über.

Das Wachstum der Muskeln geschieht durch Längen- und

Dickenzunahme. Das Längenwachstum geht an den Enden vor sich, in welchen die Kerne gewöhnlich reichlicher vorkommen. Das Dickenwachstum der Muskel geschieht auf zweierlei Art, einmal durch die Dickenzunahme der im Embryo bereits gebildeten Fasern, sodann durch Bildung neuer Fasern infolge Längsspaltung der bereits vorhandenen. Die Faser, welche der Teilung unterliegen soll, ist dadurch charakterisiert, dass sie 2—4 Kernreihen enthält (Weisman'sche Kernreihenfasern). Durch die Längsspaltung einer solchen Faser entstehen neue Fasern in einer der Anzahl der Kernreihen entsprechenden Menge. Diese nun entstandenen Tochterfasern können sich in weiterer Folge teilen und unter dem Mikroskope sind sie leicht bemerkbar, denn sie bilden ein Faserbündel, welches eine Zeitlang durch Bindegewebe in Form einer stark entwickelten Perimysialscheide (siehe Muskelsystem) abgegrenzt ist.

Es entstehen auch im postembryonalen Leben, ja sogar bei erwachsenen Tieren und Menschen auf obige Art neue Muskelfasern. Die sich so vermehrenden Muskelfasern sind hier unter dem Namen von Muskelknospen bekannt und zeichnen sich durch Nervenreichtum aus, denn es treten gewöhnlich mehrere Nervenfasern an jede Knospe heran.

Gleichzeitig mit der Neubildung von Muskelfasern findet auch ihr physiologisches Zugrundegehen statt. Man fand nämlich unter normalen Verhältnissen degenerierende Fasern.

Bei geringen Substanzverlusten infolge von Verwundung geht die Regeneration des Muskelgewebes vom Sarkoplasma aus, welches sich samt den Kernen vermehrt. Erst später tritt innerhalb derselben die Differenzierung zu quergestreiften Fibrillen auf.

Der quergestreifte Muskel findet sich in der gesamten Skelettmuskulatur, in den äusseren Muskeln des Auges und allen Muskeln des Ohres, sodann im Kehlkopf, Pharynx, der Zunge, dem Oesophagus, im Mastdarmende und in einigen Muskeln der Geschlechtsorgane.

Die quergestreiften Muskeln der Wirbeltiere (die Herzmuskel ausgenommen) sind der Willkür unterworfen. Die Ausnahme bilden nur einige Muskeln, wie die Muskeln im oberen Teile des Oesophagus beim Menschen, der Cremaster externus, welche der Willkür nicht unterliegen.

IV. Das Nervengewebe.

Das Nervengewebe ist ektodermalen Ursprungs.

Anfänglich treten in der Anlage des Nervensystems Zellen mit dem Charakter von Epithelzellen auf. Es sind dies rundliche Zellen ohne Ausläufer (Neuroblasten), welche keine Intercellularsubstanz zwischen sich aufweisen.

Bald beginnt jedoch die Differenzierung, welche die Bildung zweierlei Arten von Zellen zur Folge hat. Die einen übernehmen die Funktionen, welche dem eigentlichen Nervengewebe zufallen, andere Zellen dagegen bilden bloss die Stützsubstanz des zentralen Nervensystems. Diese beiden Arten von Zellen erhalten in fortschreitender Entwickelung Fortsätze.

Mit dem Stützgewebe oder der sog. Neuroglia werden wir uns später befassen (siehe das zentrale Nervensystem), zunächst wollen wir das nervöse Element besprechen.

Das Nervengewebe besteht (abgesehen von dem Stützgewebe) eigentlich nur aus Nervenzellen, samt deren Fortsätzen. Die Nervenfaser, welche man früher für einen abgesonderten Bestandteil hielt, ist bloss ein Teil der Nervenzelle, und zwar ihr Fortsatz. Es ist nämlich ein charakteristisches Merkmal der Nervenzelle, dass von ihr wenigstens ein fadenartiger Ausläufer ausgeht, welcher einen grösseren oder kleineren Verbreitungsbezirk besitzt; am häufigsten aber besitzt die Zelle mehrere fortsatzartige Ausläufer. Einer dieser Ausläufer geht in eine Nervenfaser über und heisst Nervenfortsatz oder Deiters'scher Fortsatz. Die übrigen Fortsätze heissen Protoplasmafortsätze oder Dendriten. Selbständige Nervenfasern giebt es im tierischen Organismus nicht, sie stehen immer mit den Nervenzellen in direktem Zusammenhang. Zum Ausdruck dessen, dass jede Nervenzelle samt Nervenfortsatz und Dendriten eine in sich abgeschlossene Nerveneinheit bilden, wurde für dieselben die Bezeichnung „Neuron“ (Waldeyer) eingeführt. Das Nervensystem setzt sich nur aus solchen Neuronen zusammen. Wir werden zuerst die Nervenzelle selbst, alsdann die Verlängerung ihres Fortsatzes, d. i. die Nervenfaser näher besprechen.

A. Nervenzelle.

Die Nervenzellen (auch Ganglienzellen genannt) sind von sehr verschiedener Grösse (4—135 μ Durchmesser bei den Säugetieren, bei den Fischen erreichen manche Nervenzellen sogar 200 μ)

und mannigfaltiger Gestalt. Die letztere kann kugelig, birnförmig, spindelförmig, vieleckig oder unregelmässig sternförmig sein. Es hängt dies von der Menge der Fortsätze ab, welche die Zelle abgiebt.

Die Fortsätze der Nervenzellen können in zwei Hauptarten eingeteilt werden:

a) Den Nervenfortsatz (Achsencylinderfortsatz, Neuraxon, Neurit), welcher sich schneller als andere Fortsätze entwickelt und an Präparaten, welche mittelst der Golgi'schen Methode angefertigt worden sind, sich als zarte, feine, glattrandige, mit einem kleinen Ursprungskegel von der Zelle entspringende Faser darstellt. Dieser Fortsatz erreicht oft eine bedeutende Länge (manchmal bis über 1 m), kann das Gebiet des Zentralnervensystems verlassen und als Achsencylinder in eine periphere Nervenfaser übergehen.

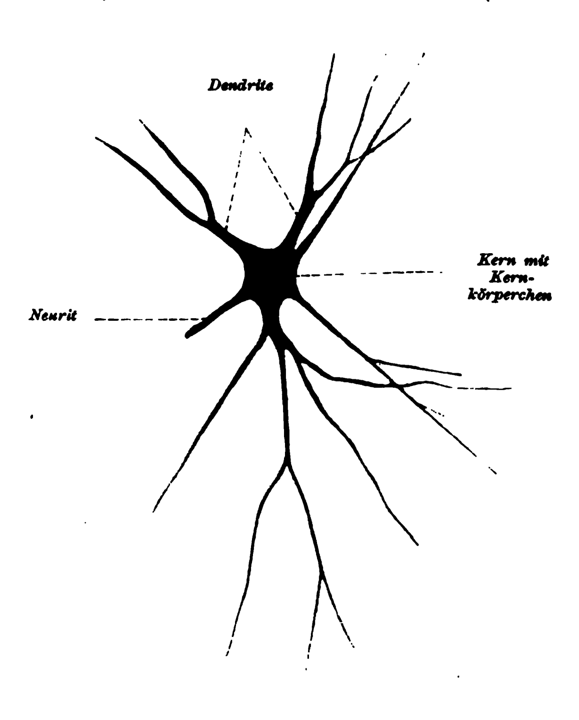


Fig 58.

Multipolare Nervenzelle aus dem verlängerten Mark eines Kaninchens; Nervenfortsatz (Neurit) abgerissen.

Ca. 150 mal vergrössert.

Andererseits kann der Nervenfortsatz, ohne in periphere Nerven überzugehen, innerhalb des Zentralnervensystems mit einer Verästelung endigen. Die langen Nervenfortsätze geben gewöhnlich seitwärts einige Ästchen, sog. Collateralen (in die graue Substanz) ab, welche sich in der Nähe von Nervenzellen verästeln und daselbst endigen.

b) Dendriten (Protoplasmafortsätze). Sie entwickeln sich später als die Nervenfortsätze. An Golgi-Präparaten erscheinen

sie gewöhnlich im Gegensatz zu den Nervenfortsätzen nicht glatt, sondern mit kleinen Zacken besetzt und plump. Ausserdem unterliegen sie bald einer reichlichen Verästelung. (Fig. 60.)

Die letzten verästelten Enden sowohl der Nervenfortsätze als auch der Protoplasmafortsätze heissen Telodendria (Rauber).

Die Nervenzellen kann man mit Bezug auf die Menge der Fortsätze in uni-, bi- und multipolare (Fig. 58) Zellen einteilen. Es geht von jeder Nervenzelle immer ein Nervenfortsatz ab. Die Zahl der Dendriten unterliegt dagegen bedeutenden Schwankungen.

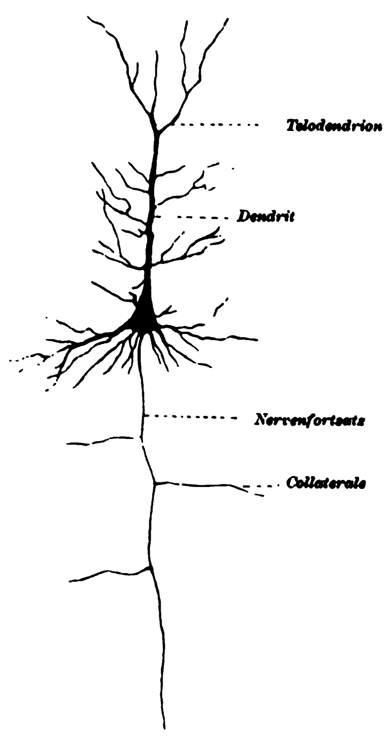


Fig. 59.

Pyramidenzelle aus der Grosshirnrinde des erwachsenen Menschen (nach einem Präparat v. Dr. A. Bochenek).

Ca. 150 mal vergrössert.

Unipolare Zellen sind relativ selten. Wir finden solche Zellen im Nervensystem der Evertebraten, in den sympathischen Ganglien der Amphibien, in der Riechschleimhaut als Sinneszellen (Riechzellen) und in den Spinalganglien der Säuger und des Menschen.

Bezüglich der letzteren überzeugte man sich, dass ihr Achsencylinderfortsatz sich in einer gewissen Entfernung von der Zelle dichotomisch teilt, indem er zwei Nervenfasern abgiebt, von denen eine peripher und die andere zentral in das Rückenmark verläuft. Die durch die Teilung der Faser entstandenen zwei Arme gehen so auseinander, wie die Arme der Buchstaben Y oder T (Type en T, Ranvier). (Fig. 61 d.)

Forschungen über die Entwickelung der Spinalganglien haben dargethan, dass die bei Erwachsenen unipolaren Zellen, bei Embryonen bipolar sind; mit fortschreitender Entwickelung nähern sich jedoch beide Fortsätze einander und verschmelzen

schliesslich in einen Fortsatz, wodurch die bipolare Zelle zu einer unipolaren wird.

Bipolare Zellen (Fig. 61a, b) finden wir in den Spinalganglien der Fische und im Ganglion spirale. In solchen Zellen bestehen zwar zwei Fortsätze, von denen jeder in den Achsencylinder der Nervenfaser übergeht, es entspricht jedoch der peripherische Fortsatz einem Dendriten.

Multipolare Zellen (Fig. 58) besitzen je einen Nervenfortsatz und mehrere Dendriten. Ihre Einteilung kann das obenbeschriebene verschiedene Verhalten des Nervenfortsatzes zur

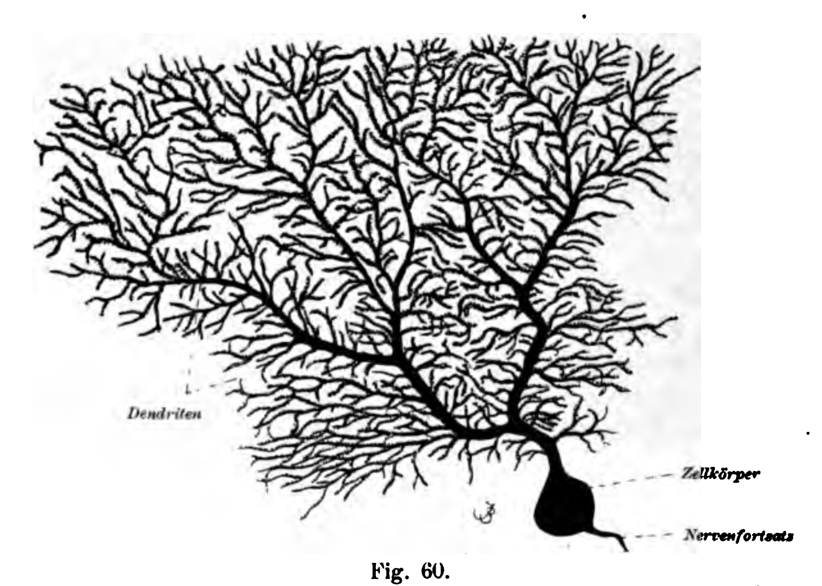


Fig. 60.

Purkinje'sche Zelle aus der menschlichen Kleinhirnrinde.
Ca. 225 mal vergrössert.

Grundlage haben. Durchläuft ein Fortsatz grössere Räume und geht er in eine selbständige Nervenfaser über (Neuraxon, v. Kölliker), so haben wir es mit Zellen des sog. Deiters-schen Typus zu thun; geht dagegen der Nervenfortsatz in eine selbständige Nervenfaser nicht über und endigt er (in der grauen Substanz) unweit der Nervenzelle (Neuropodium, v. Kölliker), so sind dies Zellen des sog. Golgi'schen Typus.

Bezüglich der Bedeutung der Fortsätze der Nervenzellen ist ein Teil der Autoren (Golgi und dessen Schule, Nansen) der Ansicht, dass nur die Nervenfortsätze die leitenden Teile der Neuronen sind, während sie die Protoplasmafortsätze als

Ernährungsorgane der Zelle betrachten. Die Mehrzahl der Autoren (Ramon y Cajal, van Gehuchten, Retzius etc.) sind dagegen der Ansicht, dass sowohl Nerven- als auch Protoplasmafortsätze die Fähigkeit und die Aufgabe haben, die Impulse zu übertragen. Nach Ansicht Ramon's y Cajal besitzen die Protoplasmafortsätze ausschliesslich die Fähigkeit, den empfangenen Reiz auf die Zelle (cellulipetal) zu übertragen, die Nervenfortsätze dagegen die Fähigkeit, die Impulse von der Zelle (cellulifugal) fortzuleiten.

Man kann sich auf diese Art leicht vorstellen, auf welche Weise sich Impulse von einer Nerveneinheit (Neuron) der anderen mitteilen. (Siehe Fig. 212.)

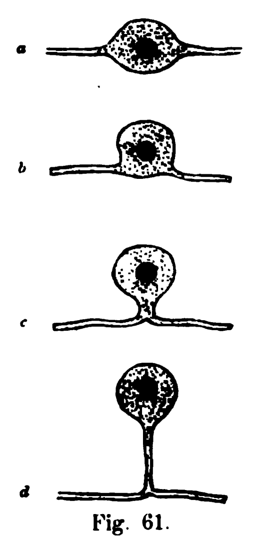


Fig. 61.
Halbschematische Darstellung der Übergangsformen von den bipolaren zu den unipolaren Nervenzellen (type en T).

Nach dieser Anschauung würden alle peripheren Fasern der Sinnesnerven, welche Eindrücke von der Aussenwelt empfangen und dieselben den Ganglienzellen zuführen, den Protoplasmafortsätzen entsprechen, während z. B. die Fasern der motorischen Nerven, welche die Impulse von der Zelle zu den Muskeln leiten, den Nervenfortsätzen entsprechen würden.

Auf Grund der Ergebnisse neuerer Methoden (vor allem Golgi's) hat gegenwärtig die Ansicht beinahe allgemeine Annahme gefunden, dass die einzelnen Neurone untereinander nur in einem Kontaktverhältnisse stehen. Ebenso stehen auch die Telodendrien mit anderen Organen bloss per contiguitatem in Verbindung; eine direkte Verbindung tritt angeblich nie ein. Die Gestalt und das Verhalten der Telodendrien an der Peripherie des Körpers werden wir später bei der Besprechung der Nervenendigungen beschreiben. Die Telodendrien treten innerhalb der Nervenzentren in verschiedenen Formen auf, umspinnen in Form von Körben andere Nervenzellen oder klettern an den Dendriten einer anderen Zelle, indem sie Faserkörbe, Kletterfasern u. s. w. bilden (siehe auch Spezielles über Nervensystem). Solche Endkörbe sind in Fig. 62 veranschaulicht.

Die seit wenigen Jahren bestehende Neuronenlehre erfreute sich bis unlängst einer fast allgemeinen Anerkennung. Erst die in erster Linie durch

Apáthy vorgenommenen Untersuchungen haben Thatsachen zu Tage gefördert, welche mit der bisher bestehenden Lehre einigermassen im Widerspruche stehen und der Neuronenlehre den Boden zu entziehen scheinen. Er fand nämlich, dass zwischen den Ganglienzellen direkte Verbindungen vorkommen und hält dafür, dass das Nervensystem sich in morphologische Einheiten — Neurone —, welche miteinander bloss per contiguitatem im Zusammenhange wären, nicht teilen liesse; er behauptet vielmehr, dass Primitivfibrillen verschiedener Neurone sich per continuitatem miteinander verbinden. Das ganze Gewicht legt er auf die Neurofibrillen, welche für das Nervensystem spezifisch und wesentlich sein sollen. Die Fibrillen passieren ohne Unterbrechung die Ganglienzellen, in welchen sie ein Gitterwerk bilden.

Was den Körper der Nervenzelle betrifft, so zeigt derselbe gewisse Einzelheiten im Bau, worüber uns die Forschungen der

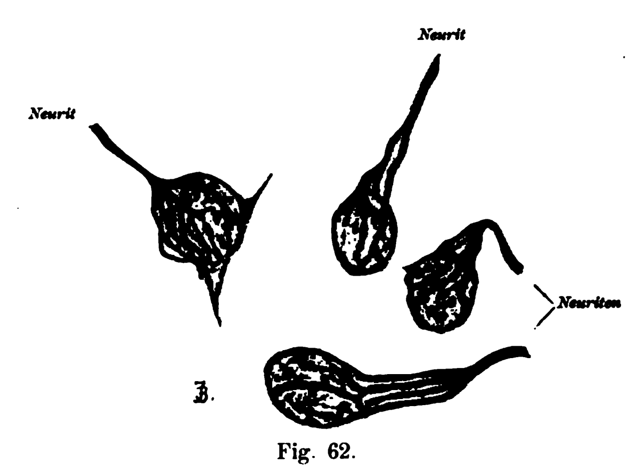


Fig. 62.

Endapparate der Neuriten aus dem Trapezkern eines Kaninchens.

Die Körbe umspinnen die Zellkörper; im linken Korbe erstrecken sich die Verlängerungen der Telläste auf die Dendriten (nach einem Methylenblaupräparate [Methode S. Meyer]). Ca. 700 mal vergrössert.

letzten Jahre belehrten. Alle Nervenzellen besitzen einen fibrillären Bau. Sowohl der Zelleib, als auch beide Arten der Ausläufer besitzen diese fibrilläre Beschaffenheit. Die Fibrillen des Nervenfortsatzes strahlen in die Zelle ein, was sich im Zellkörper mehr oder weniger weit verfolgen lässt. Die Fibrillen verlaufen gewöhnlich konzentrisch, einander parallel, durchsetzen den ganzen Zellkörper und zeigen oft Verästelungen und Querverbindungen, so dass eine netzförmige Anordnung resultiert. Wir finden dies hauptsächlich in der mittleren Partie der Zelle, welche ein verästeltes Faserwerk einnimmt (Flemming). Das Protoplasma der Nervenzellen enthält überdies sehr feine, aber zahlreiche, stark chromatophile (färbbare) Körnchen.

Diese Einlagerungen sind gewöhnlich spindelförmiger Gestalt und heissen Körnerschollen (nach Lenhossék Tigroidschollen). Innerhalb der Dendriten finden wir an ihrem Anfang ebenfalls Tigroideinlagerungen, während wir dieselben im Ursprungshügel des Nervenfortsatzes nicht vorfinden. (Fig. 63.) Das Verhältnis dieser Körnerschollen zu den Fibrillen des Zellkörpers ist noch nicht sicher aufgeklärt. Einige Autoren behaupten, dass dieselben mit den Fibrillen, als Anlagerungen von Körnchen an den letzteren, im Zusammenhange stehen, andere dagegen, dass sie von denselben unabhängig und in Zwischenräumen zwischen den Fibrillen verteilt seien.

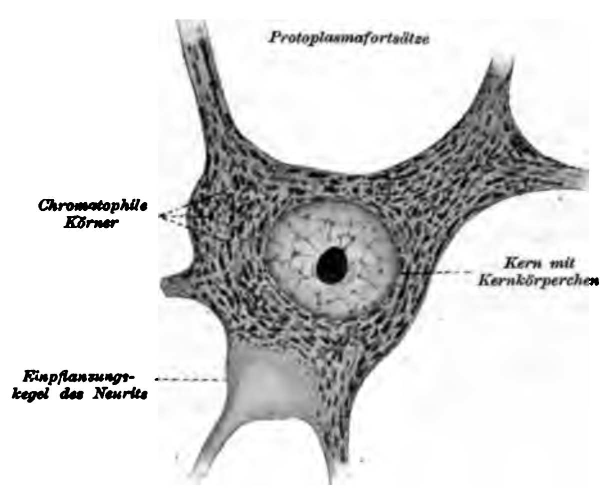


Fig. 63.

Nervenzelle aus dem Vorderhorn des Rückenmarkes eines Kalbes.

Chromatophile Körner sind mit Methylenblau (Methode von Nissl) gefärbt. Ca. 950 mal vergrössert.

Der fibrilläre Bau des Zellkörpers der Nervenzellen ist gegenwärtig bereits allgemein anerkannt. Nur wenige Autoren betrachten die Körnerschollen nicht als natürlich, sondern als künstlich hervorgerufene Produkte, welche unter dem Einflusse des Absterbens der Zelle entstanden sein sollen (Held). Dieselben haben jedoch wahrscheinlich eine wichtige trophische und regulatorische Bedeutung im Leben und in der Funktion der Nervenzellen (Marinesco); es ist möglich, dass wir es hier mit Stoffwechselprodukten zu thun haben. Dafür sprechen die Untersuchungen Lugaro's, welcher fand, dass bei

chronischer Arsenikvergiftung die Körnerschollen in der Peripherie der Nervenzellen untergehen. In jüngster Zeit ist es einigen Autoren (Apáthy, Bethe, Golgi, Verrati) gelungen, innerhalb des Körpers der Nervenzellen ein kernumgebendes Netzwerk von Fibrillen nachzuweisen, welche die Reaktion von Primitivfibrillen gaben. Die zwei erstgenannten Autoren waren sogar im stande, den Zusammenhang dieses Netzwerkes mit Primitivfibrillen der Fortsätze der Nervenzelle aufzufinden.

Die Spinalganglienzellen und sympathischen Zellen besitzen ein Centrosoma (Lenhossék); es gelang nicht, dasselbe in anderen Nervenzellen nachzuweisen.

Innerhalb des Protoplasmas finden wir manchmal, vorzüglich bei älteren Individuen, Häufchen von gelbbraunen Pigmentkörnchen.

Der Kern der Nervenzellen ist charakteristisch. Derselbe ist in der Regel in der Einzahl vorhanden, ist gross, hell, bläschenförmig, besitzt eine deutliche Kernmembran, gewöhnlich einen grossen Nucleolus und nur eine spärliche Menge Chromatin.

Eine Zellmembran im eigentlichen Sinne des Wortes besitzt die Nervenzelle nicht. Peripher liegende Nervenzellen erhalten dagegen gewöhnlich sekundäre Hüllen bindegewebigen Ursprungs (hierüber später).

Im Zusammenhange mit den hier beschriebenen Einzelheiten des verwickelten Baues des Nervenzellenkörpers sprechen verschiedene Autoren (Nissl, Mann, Pugnat, Goldscheider und Flatau, Luxenburg, Szczawinska u. a.) ihre Ansicht bezüglich der funktionellen Veränderungen im Bau der Nervenzellen d. h. der Abhängigkeit der Struktur von dem Zustande der Thätigkeit und Ruhe der Zellen aus.

B. Die Nervenfasern.

Die Verlängerung des Nerven- oder Protoplasmafortsatzes der Nervenzelle bildet den in der Achse der Nervenfaser liegenden Achsencylinder. Derselbe ist der wesentlichste und einzige, eigentlich nervöse Teil der Nervenfaser. Andere Teile, d. i. die Hüllen, sind sekundär und können auch ganz fehlen.

Wir teilen die Nervenfasern nach der Anzahl und Art ihrer Hüllen in verschiedene Kategorien ein. Untersuchen wir zuerst den Querschnitt einer am meisten komplizierten Nervenfaser, welche mehrere Hüllen besitzt, bei stärkerer Vergrösserung, so

finden wir im Zentrum den Achsencylinder. (Fig. 64 und 69.) An diesen schliessen sich in konzentrischer Anordnung nach aussen an: die Markscheide, die Schwann'sche Scheide und die Henle'sche Scheide.

Der Achsencylinder läuft ununterbrochen nach seinem Austritt aus der Nervenzelle bis zur Nervenendigung selbst. Er zeichnet sich durch ein starkes Lichtbrechungsvermögen aus und besitzt als Verlängerung des Fortsatzes der Nervenzelle, gleich derselben, fibrilläre Struktur, enthält aber keine Körnerschollen.

Er stellt sich sowohl während des Lebens als auch gewöhnlich nach dem Tode homogen dar, weshalb einige Autoren den Achsencylinder für strukturlos hielten.

Erst bei Anwendung gewisser Methoden zeigt es sich, dass er fibrilläre Struktur besitzt, d. i. eine Zusammensetzung aus einer grösseren Anzahl von Primitivfibrillen (Neurofibrillen), zwischen welchen sich eine unbedeutende Menge sehr weichen Neuroplasmas befindet. (Fig. 70.) Der Achsencylinder ist sehr zart und gegen den Einfluss von Reagentien sehr empfindlich. Einige der letzteren bewirken eine Schrumpfung desselben, andere eine Quellung, wieder andere lösen ihn vollständig auf.

Es wird fast allgemein angenommen, dass diese Primitivfibrillen die Fähigkeit des nervösen Leitens besitzen und dass jede Neurofibrille eine besondere und ununterbrochene Leitungsbahn bildet. (M. Schultze, Apáthy u. a.)

Die Markscheide (Fig. 64), welche den Achsencylinder ringsum deckt, besteht aus Myelin, einer fettartigen, zähflüssigen, homogenen, stark lichtbrechenden und leicht gerinnenden Substanz.

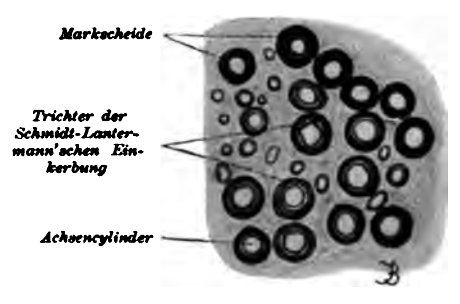


Fig. 64.

Aus einem Querschnitt durch den mit Osmiumsäure behandelten Nerven.

Ca. 350 mal vergrössert.

Die myelinhaltigen Nervenfasern zeigen die sog. Doppelkonturierung, welche den inneren und äusseren Grenzen der im optischen Durchschnitt gesehenen Markscheide entspricht. Nach einigen

Autoren (**Schultze**, **Ranvier**, **Friedländer** u. a.) ist die Doppelkonturierng eine normale, nach anderen **Henle** (v. **Kölliker**), eine postmortale Erscheinung.

Bald nach dem Tode treten gewöhnlich Veränderungen in der Markscheide ein, sogenannte **Gerinnungserscheinungen.** Die Kontur der Nervenfaser wird buchtig und das Myelin nimmt namentlich dort, wo es aus den Enden der abgerissenen Fasern herausfliesst, die Gestalt von Klumpen, Keulen und unregelmässigen Tropfen an. Diese Scheide umgiebt den Achsencylinder nicht kontinuierlich, sondern zeigt in ihrem Verlaufe Unterbrechungen zweierlei Art. Mit Überosmiumsäure behandelte Nervenfasern geben hiervon ein anschauliches Bild. Diese Säure färbt nämlich Myelin schwarz, ähnlich wie die Fette, während die Unterbrechungen, welche kein Myelin enthalten,

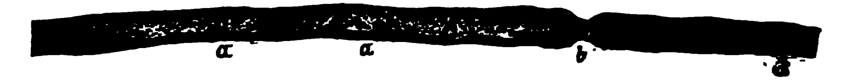


Fig. 65.

Stück einer markhaltigen Nervenfaser aus dem Nervus ischiadicus des Frosches, Ranvier'sche Einschnürung *(b)* und Schmidt-Lanterman'sche Einkerbungen *(a)* zeigend, mit Osmiumsäure behandelt.

Ca. 370 mal vergrössert.

ungefärbt bleiben. Diese Unterbrechungen unterscheiden wir als **Schmidt-Lantermann'sche Einkerbungen** und als **Ranvier'sche Einschnürungen.**

Die **ersteren** sind trichterförmige, in kleinen und ungleichen Zwischenräumen befindliche Einschnitte, welche bis zum Achsencylinder vordringen und das Myelin in **cylindrokonische Segmente** teilen. Die Spitze dieser trichterförmigen Einkerbungen ist, wie Fig. 65 zeigt, bald gegen die Zentralorgane, bald gegen das peripherische Ende des Nerven gerichtet Ein Teil der Autoren betrachtet diese Einkerbungen als Kunstprodukte, welche durch Fixierungsmethoden oder das Absterben des Gewebes hervorgerufen werden; andere dagegen sehen sie als natürlich an und sind der Meinung, dass in den Unterbrechungen sich eine vom Myelin verschiedene Substanz befindet.

Die **Ranvier'schen Einschnürungen** (Fig. 65) sind grosse, ringförmige Unterbrechungen und in Nervenfasern von

derselben Stärke in ungefähr gleichen Abständen vorhanden. Durch dieselben wird die markhaltige Nervenfaser in die sog. interannulären oder Ranvier'schen Segmente geteilt. Die Unterbrechungen des Myelins durch diese Einschnürungen sind so bedeutend, dass der Achsencylinder mittelst Kittsubstanz mit der nächstfolgenden Scheide, d. i. dem Neurilemma, in Verbindung tritt. Diese Unterbrechungen im Myelin sind wahrscheinlich für die Ernährung des Achsencylinders von Bedeutung, denn an diesen Stellen kann beim Fehlen des Myelins die Ernährungsflüssigkeit leicht zu demselben gelangen. Die Gegend der Ranvier'schen Einschnürungen zeigt gewisse bemerkenswerte Einzelnheiten im Bau. Bei der Behandlung des Nerven mit Lösungen von salpetersaurem Silber und nachfolgender Reduktion desselben tritt am Achsencylinder oft eine bräunliche Querstreifung (Fromman'sche Silberlinien) auf, welche jedoch als Kunstprodukt anzusehen ist. Diese Querstreifung ist unmittelbar an der Einschnüruug am deutlichsten und verliert sich nach beiden Seiten immer mehr. Gleichzeitig weist die Höllensteinlösung in der Einschnürung selbst eine gewisse Menge von Kittsubstauz nach, die bei dieser Behandlung eine charakteristische dunkelbraune Färbung zeigt. Die Kittsubstanz tritt hier in Form eines Ringes oder einer Scheibe auf, welche in ihrer Mitte den Achsencylinder durchtreten lässt und selbstverständlich vom Achsencylinder bis zur Schwann'schen Scheide reicht. Betrachten wir diese Kittsubstanzscheibe von der Schmalseite, so erscheint sie in Form eines zum Achsencylinder quer gelagerten Streifens. Es wird somit unter Einwirkung von Höllensteinlösung ein Kreuz gebildet, dessen Querbalken die Kittsubstanz, dessen Längsbalken die längs des Achsencylinders entstandenen Niederschläge (Fromman'sche Linien) darstellen. Ranvier hat dieselben zuerst beschrieben, deshalb heissen sie auch Ranvier'sche Kreuze. (Fig. 66.)

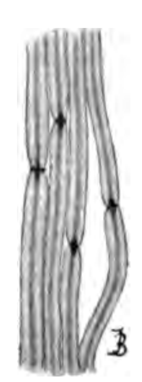


Fig. 66
Markhaltige Nervenfasern des Kaninchens mit Argentum nitricum behandelt und Ranvier'sche Kreuze zeigend.
Ca. 300 mal vergrössert.

Wenn wir markhaltige Nervenfasern in Äther oder Alkohol kochen, so löst sich das Myelin auf, und es bleibt nur ein feines Netzwerk zurück, welches in Scheidenform den Achsencylinder umgiebt. Da die Substanz dieses Netzwerkes die mit dem Keratin gemeinsame Eigenschaft besitzt, von

Trypsin nicht angegriffen zu werden, so nannte man dasselbe Neurokeratinnetz (Ewald u. Kühne). (Fig. 67.) Einige Autoren fassen diese Scheide als Kunstprodukt auf, indem sie darin das Ergebnis einer postmortalen Gerinnung oder durch Reagentien hervorgerufener Veränderungen erblicken (v. Kölliker, Ramon y Cajal).





Fig. 67.

Stück einer in Alkohol absol. gekochten markhaltigen Nervenfaser des Frosches.

In der Mitte ist der Achsencylinder und rings um ihn das Neurokeratinnetz zu sehen. Ca. 650 mal vergrössert.

Die Schwann'sche Scheide oder das Neurilemma liegt der Markscheide aussen genau an und trifft in der Gegend der Ranvier'schen Einschnürung mit der Scheibe der Kittsubstanz zusammen. (Fig. 65, 66.) Das Neurilemma erscheint als ein sehr feines, homogenes und kontinuierliches, über die Ranvier'schen Einschnürungen hinwegziehendes Häutchen. Es weist in

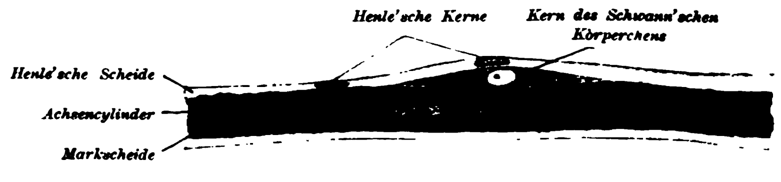


Fig. 68.

Stück einer markhaltigen Nervenfaser aus dem N. radialis des Menschen mit Osmiumsäure behandelt.

Es sind Schwann'sche und Henle'sche Kerne zu sehen. Ca. 400 mal vergrössert.

seinem Verlaufe Kerne auf, welche, das Myelin einbuchtend, gleichsam in den entsprechenden Vertiefungen des letzteren liegen. Rings um jeden Kern befindet sich eine spärliche Menge körnigen Protoplasmas, welches, ähnlich wie der Kern, eine länglich ovale Form zeigt. (Fig. 68.) Dieses Protoplasma liegt samt dem Kern unmittelbar der Markscheide an und umfasst zur Hälfte die Nervenfaser. Die Kerne der Schwann'schen Scheide samt der

Protoplasmaansammlung kann man Schwann'sche Körperchen nennen.

Man erhält einen Begriff von der Gestalt und Lagerung dieser Kerne und der Protoplasmaansammlung, wenn man dieselben am Quer- und Längsschnitt der Nervenfaser betrachtet. (Fig. 68 u. 69.)

Am Querschnitte der markhaltigen Nervenfaser (Fig. 69) durch das Schwann'sche Körperchen erscheint das letztere halbmondförmig, die Nervenscheiden dagegen in Form konzentrischer Kreise rings um den Achsencylinder.

Bei höheren Wirbeltieren befindet sich immer nur ein Kern zwischen zwei Ranvier-schen Einschnürungen oder in einem Ranvier'schen Segmente.

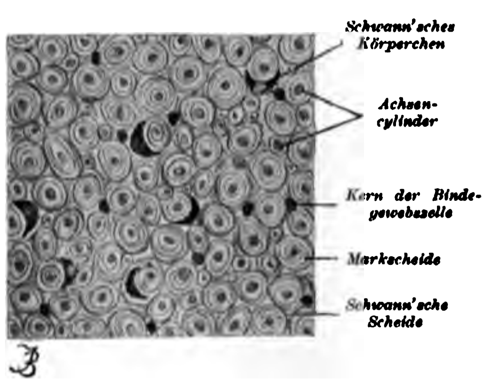


Fig. 69.

Aus einem Querschnitte durch einen mit Müller-scher Flüssigkeit und Safranin behandelten Nervus medianus des Menschen.

Es sind mehrere Schwann'sche Kerne zu sehen. Ca. 380 mal vergrössert.

Manche Autoren (Ranvier, Vignal) sind der Ansicht, dass die Schwann'sche Scheide an jeder Ranvier'schen Einschnürung unterbrochen ist. Die an der Stelle der Einschnürung vorhandene Kittsubstanz dient, ihrer Ansicht nach, zur Verbindung der einzelnen aneinanderstossenden Segmente der Schwann'schen Scheide. Einige Autoren, welche noch weiter gehen, sehen die Schwann'sche Scheide sich an jeder Einschnürungsstelle gegen die Mitte zu unter die Markscheide abbiegen und in die unmittelbar am Achsencylinder liegende sog. Mauthner'sche Membran (oder das innere Neurilemma) übergehen. (Fig. 70.)

Indem die ersteren Autoren behaupten, dass die Schwann-sche Scheide über die Ranvier'sche Einschnürung kontinuierlich hinwegzieht, stellen sie, entgegen der Ansicht der letzteren Autoren, das Vorhandensein der Mauthner'schen Membran oder wenigstens den Übergang der Schwann'schen in die Mauthner'sche Scheide in Abrede.

Die Anschauungen über den Wert der einzelnen Teile der markhaltigen Nervenfasern sind bei der Verschiedenheit der Ansichten bezüglich der Entwickelung dieser Fasern bis heute nicht geklärt. So ist nach der beinahe allgemein angenommenen Ansicht (Kuppfer, His etc.) der Achsencylinder ein Ausläufer einer Ganglienzelle, welcher sehr bedeutend in die Länge gewachsen ist und an dem freien, wachsenden Ende eine keulenförmige Verdickung (Wachstumskeule) besitzt. Die den Achsencylinder umgebenden Hüllen sollen einen ganz anderen Ursprung haben und aus Bindegewebszellen entstehen, welche, an den Achsencylinder reihenweise herantretend, denselben röhrenförmig umgeben.

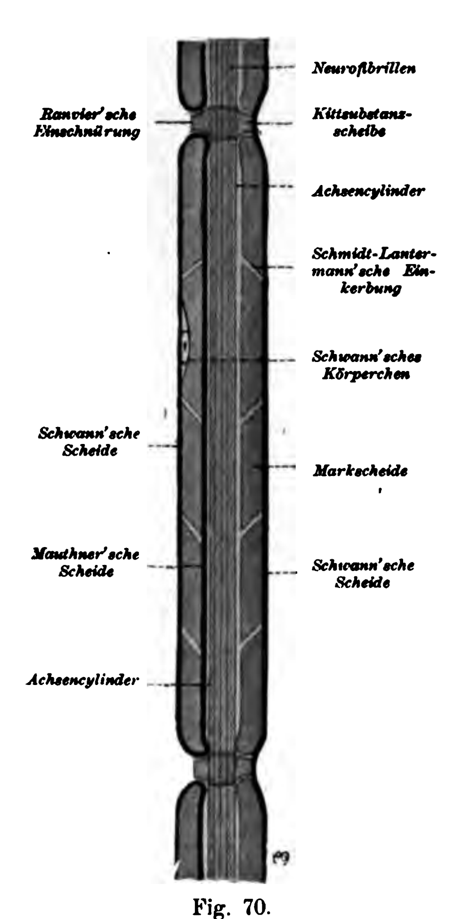


Fig. 70.

Schema des Baues der markhaltigen Nervenfaser, welches zwei verschiedene Ansichten über das Verhalten der Mauthner'schen und Schwann'schen Scheide veranschaulicht.

Vergleiche die rechte und linke Seite.

Die durch Hensen, Balfour, Gegenbaur u. a. vertretene Ansicht, dass die Nervenfasern aus Zellenketten entständen, hat gegenwärtig nur sehr wenige Anhänger. Nach der Ansicht dieser Autoren soll aus einer jeden der Zellen, welche sich reihenweise lagern, ein Abschnitt des Achsencylinders sowie auch ein Abschnitt der Mark- und Schwannschen Scheide entstehen. Es sollen demnach sowohl der Achsencylinder als auch die Scheiden aus einzelnen Gliedern bestehen, welche miteinander verschmelzen

Bezüglich der Entstehung der Markscheide bestehen auch verschiedene Ansichten. Einige Autoren (Ranvier, Vignal, Boveri, Fürst) halten dafür, das Myelin sei innerhalb des Protoplasmas der Bindegewebszellen entstanden, welche den Hüllen überhaupt den Ursprung geben sollen, wie dies ähnlich bei der Bildung

des Fettes innerhalb der Bindegewebszellen der Fall ist. Nach dieser Ansicht stellen alle Scheiden im Bereich eines interannulären Segmentes zusammengenommen den Wert einer Zelle dar. Dieselben Autoren betrachten die Schwann'sche und Mauthner'sche Scheide als Zellhaut dieser röhrenförmig veränderten Zellen, die Schwann'schen Kerne dagegen samt dem umgebenden Protoplasma als unveränderte Überreste dieser Zellen. Bei Festhaltung dieser Ansicht stösst die Erklärung der Entwickelung des Myelins in den markhaltigen Fasern des Zentralnervensystems, welche weder die Schwann'sche Scheide noch auch die Schwann'schen Körperchen enthalten, auf grosse Schwierigkeiten.

Dies gab die Veranlassung, eine andere Erklärung der Entstehung des Myelins zu suchen. So schreiben einige Autoren dem Achsencylinder eine Bedeutung bei der Bildung der Markscheide zu (Key und Retzius, Kölliker, Westphal u. a.), andere dagegen betrachten das Myelin als eine Substanz extracellularer (exogener) Herkunft, welche direkt dem Blute entstammt und rings um den Achsencylinder deponirt wird (Boll, Wlassak).

Die Markscheide hat wahrscheinlich die Aufgabe eines Isolators für den Achsencylinder, sie übt jedenfalls einen grossen Einfluss auf die Erregbarkeit der Nerven aus. Dies beweist die Thatsache, dass die Nerven des Neugeborenen bloss eine geringe Erregbarkeit besitzen, und dass die Erregbarkeit gleichmässig mit der Entwickelung der Markscheide zunimmt (Westphal, Bechterew, Held und Ambronn u. a).

Die myelinhaltigen Nervenfasern besitzen gewöhnlich noch eine Hülle ausserhalb der Schwann'schen Scheide, welche man vor allem an den einfach verlaufenden Fasern am leichtesten beobachten kann. (Fig. 68.) Diese Scheide ist bindegewebigen Ursprungs und zeigt manchmal fibrilläre Struktur, manchmal erscheint sie dagegen strukturlos, homogen, und ist nach innen konstant mit einer Schicht platter Epithelzellen ausgekleidet, deren Grenzen sich wegen des Vorhandenseins von Kittsubstanz mit Höllensteinlösung nachweisen lassen. Diese Hülle heisst nach Retzius Endoneuralscheide der Nervenfasern (oft auch Henle'sche Scheide genannt).

Die soeben beschriebenen Nervenfasern komplizierter Struktur, welche sogar drei Scheiden besitzen können, finden wir in den Stämmen der cerebro-spinalen Nerven. Diese Fasern sind

von verschiedener Dicke (von 1 bis über 20 μ Durchmesser). Gewöhnlich sind die längsten Fasern auch zugleich die dicksten. Die Teilung einer myelinhaltigen Nervenfaser, gewöhnlich in 2, manchmal auch in 3 und 4 Äste, tritt immer in der Ranvier'schen Einschnürung selbst ein, hierbei nimmt die Nervenfaser gewöhnlich an Dicke ab. Aber auch den obigen Fasern fehlen an gewissen Stellen die Scheiden, z. B. am letzten Abschnitt, wo sie in Nervenendigungen übergehen

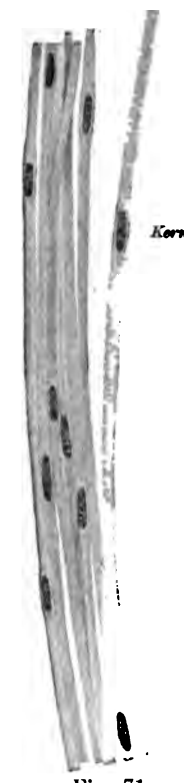


Fig. 71.
Marklose (Remak-sche) Fasern aus dem Hals-Sympathicus des Kaninchens.
Ca. 300 mal vergrössert.

Den markhaltigen Nervenfasern kann die Schwann'sche und Endoneuralscheide fehlen, wie dies im Zentralnervensystem der Fall ist, wo die Nervenfasern bloss aus dem Achsencylinder und der Markscheide bestehen.

Wir gehen zu den Nervenfasern von einfacherem Bau, zu den sog. **marklosen oder sympathischen Nervenfasern** über (Fig. 71), bei welchen eben der Mangel der Markscheide ein charakteristisches Merkmal bildet. Solche Fasern gehören bei ausgewachsenen Wirbeltieren nur dem sympathischen Nervensystem an. Die marklosen Fasern, auch Remak'sche Fasern genannt, sind feine, 1—2 μ dicke Fasern, welche eine direkte Fortsetzung des Nervenfortsatzes der sympathischen Ganglien-Zellen darstellen. Dieselben besitzen keine Markscheide, dagegen ist jede Faser von einer feinen Hülle umgeben, welche der Schwann-schen Scheide vollkommen entspricht. Dieselbe besitzt nämlich in gewissen Entfernungen längliche Kerne, welche an beiden Enden eine geringe Menge Protoplasma aufweisen. Diese Hülle scheint eine Fortsetzung der feinen Kapsel zu sein, welche die sympathische Zelle bedeckt, und ist bindegewebigen Ursprungs.

Von einem noch einfacheren Bau sind die Riechnerven. Es sind dies sehr feine (unter $^1/_2$ μ dicke) Fäserchen, welche den nackten Achsencylindern entsprechen. Hier findet man deshalb auch öfter wie in anderen Nervenfasern varicös veränderte, rosenkranzartig verdickte Achsencylinder, was auf deren Empfind-

lichkeit gegen Reagentien hinweist. Die Bündel dieser Fasern sind von einer gemeinsamen homogenen Scheide umgeben, welche Kerne besitzt. Diese Hülle entspricht der Schwann'schen Scheide nicht, weil diese letztere, wie bereits bemerkt, nur die einzelnen Fasern und nicht die Bündel umhüllt.

Auf welche Art die Nervenfasern mittels des Bindegewebes in grössere Nervenbündel verbunden sind, wird im speziellen Teil, im Abschnitte „Nervensystem“ besprochen werden.

ANHANG.

C. Blut und Lymphe.

Am Schlusse des ersten Teiles wollen wir noch das Blut und die Lymphe besprechen, welche weder den Organen beigezählt werden können, noch auch das Gewebe im eigentlichen Sinne des Wortes darstellen.

Sie bilden nämlich eine lose Vereinigung geformter Elemente innerhalb flüssiger Intercellularsubstanz. Blut und Lymphe sind demnach Flüssigkeiten und könnten als Gewebe mit flüssiger Intercellularsubstanz betrachtet werden.

1. Das Blut.

Das Blut des Menschen und der höheren Tiere ist eine rote Flüssigkeit, welche aus Blutplasma (Intercellularsubstanz) und geformten Elementen: Blutzellen, Blutplättchen und Elementarkörnchen besteht. Wir unterscheiden zwei Arten Blutzellen: rote (farbige) und weisse (farblose).

Die ersteren (auch Erythrocyten genannt) enthalten roten Blutfarbstoff, das sog. Hämoglobin, welches ihnen und dem ganzen Blute in dünnen Schichten einen gelblichen Farbenton, oft mit einem leichten Stich ins Grünliche, in dickeren Schichten dagegen eine deutlich rote Farbe verleiht.

Die roten Blutzellen sind bei Säugetieren fast ausnahmslos platte, kreisrunde, stets kernlose Gebilde, welche an beiden Oberflächen leichte Vertiefungen, sog. Dellen. besitzen und dadurch in ihrer Form an bikonkave Linsen erinnern. Der Rand, mit welchem beide Flächen aneinander stossen, ist abgerundet.

Betrachten wir ein Blutkörperchen von der Fläche, so erscheint die Mitte derselben, als der Sitz der Delle, je nach der

Einstellung des Mikroskopes dunkler oder heller als die Randpartien. Bei Seitenbetrachtung hat das Blutkörperchen auf dem optischen Durchschnitt Biscuitform, da die auf beiden Flächen befindlichen Dellen eine Einschnürung bewirken.

Die roten Blutzellen sind bei verschiedenen Tieren verschieden gross. Der Durchmesser derselben beträgt 2·5 μ (bei Moschus javanicus) bis 9·4 μ (Elephas indicus). Beim Menschen misst er 7·5 (7·2—7·8) μ. Die dünnere Mittelpartie ist 1·9 μ stark. An Grösse nähern sich den menschlichen die Blutzellen des Hundes, Meerschweinchens und Kaninchens. Ovale rote Blutkörperchen finden wir im Säugetierreiche nur beim Lama und beim Kameel. Die ovale Form macht sie den roten Blutzellen der niederen Wirbeltiere ähnlich.

So haben die roten Blutzellen der Fische, Amphibien, Reptilien und Vögel ovale Gestalt und sind bikonvex. Überdies besitzen sie im Gegensatze zu den roten Blutzellen der Säugetiere ovale Kerne, welche eine elliptische Verdickung in der Mitte bewirken, und sind bedeutend grösser: bei Rana temporaria 22 μ lang, 15 μ breit, bei Salamandra maculosa 37 μ lang, 23 μ breit, bei Proteus sanguineus sogar 58 μ lang und 34 μ breit.

Im Menschenblut finden wir neben Blutzellen in Form platter Scheiben, wenn auch nur in geringer Menge, kleine kugelige Körperchen, welche sonst dieselben Eigentümlichkeiten besitzen wie andere rote Blutzellen des Menschen (Hämoglobin, Mangel des Kernes).

Der überwiegende Teil der Autoren ist der Ansicht, dass von einer Zellmembran im eigentlichen Sinne des Wortes bei den roten Blutkörperchen keine Rede sein kann.

Ihr Zellkörper besteht aus zwei Bestandteilen, welche sich absondern lassen, einem protoplasmatischen Teile, welcher Stroma heisst, und dem innerhalb desselben verteilten Farbstoffe — dem Hämoglobin. Die roten Blutzellen färben sich vermöge ihres Gehaltes an Hämoglobin besonders gut mit sauren Anilinfarbstoffen als: Eosin, Orange etc.

Die roten Blutzellen verändern auf äussere Einwirkungen hin sehr leicht ihre Form, sie schrumpfen ein oder quellen auf. Eine Quellung tritt bei Zusatz von Wasser oder verdünnten Säuren auf, wobei die roten Blutkörperchen Kugelform annehmen und gleichzeitig infolge Austritts des Hämoglobins farblos werden. So veränderte Blutkörperchen, deren Umrisse schwer sichtbar sind, werden „Blutschatten“ genannt. Die Entfärbung der Ery-

throcyten tritt ebenfalls unter dem Einflusse der Elektrizität und des mehrmaligen Gefrierens ein. In charakteristischer Weise wirkt die Galle, indem sie zuerst ein Aufblähen und dann einen raschen Zerfall der Blutkörperchen bewirkt. Bei roten Blutkügelchen treten auch Schrumpfungserscheinungen sehr leicht ein, wenn nur eine geringe Menge Wasser aus dem Blute verdunstet, hierdurch der Kochsalzgehalt zunimmt und den Blutzellen Wasser entzogen wird. In diesem Falle treten auf der Oberfläche Unebenheiten in Form von Zacken auf, und die roten Blutzellen stellen eine charakteristische „Maulbeer-“ oder „Stechapfelform“ dar, was durch Zugabe von Kochsalzlösungen, welche mehr Kochsalz als physiologische (0·5 — 0·7 %) Kochsalzlösung enthalten, sich sehr leicht bewirken lässt.

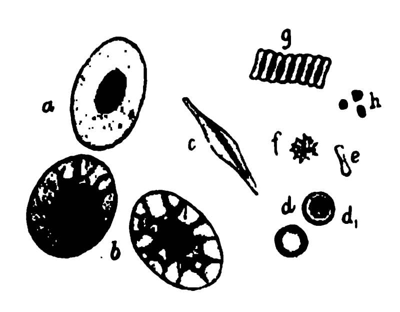


Fig. 72.

Farbige Blutzellen *(a—g)* und Blutplättchen *(h)*.

Ca. 800 mal vergrössert.
a—c Farbg. Blutzelle des Frosches.
a Von oben gesehen.
b Durch Wasserzusatz verändert
c Von der Seite gesehen.
d—g Farbg. Blutzellen des Menschen.
d Bei tiefer Einstellung.
d_1 Bei hoher Einstellung des Objektivs.
e Von der Seite gesehen.
f Stechapfelförmig veränderte Blutzelle.
g Geldrollenförmige Anordnung der Blutzellen.
h Blutplättchen.

Die roten Blutzellen zeichnen sich überdies durch bedeutende Dehnbarkeit und Elastizität aus, wovon uns das Verhalten der roten Blutzellen im fliessenden Blute am leichtesten überzeugen kann. Wenn die sich mit einer bedeutenden Geschwindigkeit in der Achse des Blutstromes bewegenden roten Blutzellen der Bifurkation der Capillaren begegnen, werden sie oft im Punkte der Teilung des Gefässes aufgehalten und verändern die Gestalt, wenn sie infolge der starken Strömung an die Wand des Gefässes gedrückt werden, oder sie werden stark gedehnt, wenn die eine Hälfte des Körperchens in das eine und die andere Hälfte in das zweite Zweiggefäss mit fortgerissen wird.

Charakteristisch für das aus den Gefässen entnommene und auf dem Objektträger untersuchte Blut der Säugetiere ist die Lagerung der roten Blutzellen in Geldrollenform, die dadurch hervorgerufen wird, dass sich die Blutkörperchen mit ihren Flächen aneinander legen.

Die Anzahl der roten Körperchen in 1 mm³ Blut ist bei verschiedenen Tieren sehr verschieden und beträgt von 33 000 (beim Proteus) bis 19 000 000 (bei Capra hircus).

Beim Menschen befinden sich in 1 mm³ ca. 5 000 000 Erythrocyten. Diese Ziffer unterliegt jedoch auch unter normalen Verhältnissen Schwankungen. Gleich nach der Geburt erreicht die Zahl der roten Körperchen ihr Maximum, sodann nimmt sie ab. Die Verminderung des Luftdruckes, z. B. während des Aufenthaltes auf hohen Bergen, steigert bedeutend die Zahl der roten Blutzellen.

Die weissen (farblosen) Blutzellen (Leukocyten) sind membranlose, einen oder mehrere Kerne enthaltende Zellen, deren Protoplasma eine verschiedene Beschaffenheit besitzen und in ungleicher Menge auftreten kann. Von einer konstanten Gestalt dieser Zellen kann keine Rede sein, da sie die Fähigkeit amöboider Bewegung besitzen, dagegen nehmen sie in der Ruhe und nach dem Tode kugelige Form an.

Ihre Grösse ist verschieden; beim Menschen beträgt der überwiegende Teil ca. 10 μ im Durchmesser. Ihre Anzahl beträgt beim Menschen in 1 mm³ Blut gegen 10 000, es entfällt demnach ungefähr eine weisse Blutzelle auf 500 rote.

Die Anzahl der weissen Blutzellen in 1 mm³ lässt sich jedoch nicht genau angeben, denn sie kann sogar unter physiologischen Bedingungen Änderungen unterliegen. Die Anzahl der Leukocyten ist nämlich abhängig von der Nahrungsaufnahme. Nach mehrstündigem Hungern wird ihre Menge geringer, vermehrt sich dagegen bedeutend nach Aufnahme namentlich eiweissreicher Nahrung (Verdauungs-Leukocytose). Es ergab sich gleichfalls, dass das Blut einzelner Gegenden einen verschiedenen Gehalt an Leukocyten besitzt, dass namentlich (beim Kaninchen wenigstens) die peripheren Gefässbezirke in 1 mm³ Blut viel mehr Leukocyten enthalten als die zentralen (P. Jacob und Rieder).

Ganz gleiche Zellen finden wir auch in der Lymphe (Lymphkörperchen), überdies reichlich angesammelt im adenoiden Gewebe, Knochenmark, schliesslich zerstreut im Bindegewebe und Epithelgewebe, wohin sie bei ihrer Fähigkeit der Ortsveränderung gelangen (Wanderzellen). Die weissen Körperchen (Leukocyten) nämlich, welche sich im strömenden Blute, vor allem in dem Randstrome, d. i. in der Nähe der Gefässwand befinden, können die letztere passieren und das Gefäss verlassen. Diese Aus-

wanderung (Diapedesis) kommt so zu Stande, dass die Leukocyten zuerst einen dünnen Ausläufer durch die Kittsubstanz zwischen den Epithelzellen entsenden und dieser Ausläufer für den Rest des Zellkörpers den Weg bahnt. Man hat sogar beobachtet, dass rote Blutzellen durch die zwischen den Epithelzellen nach der Auswanderung der Leukocyten noch einige Zeit lang bestehen bleibenden Öffnungen (Stigmata oder Stomata) passiv hindurchgedrängt werden.

Es werden mehrere Arten von Leukocyten unterschieden. Man hat an ihnen schon längst bedeutende Verschiedenheit erkannt und war bestrebt, dieselben auf verschiedenen Grundlagen in mehrere Gruppen einzuteilen. (Siehe Taf. XLIV Fig. 224.)

Nach der Anzahl der Kerne können wir einkernige (mononucleäre) und mehrkernige (polynucleäre) Leukocyten unterscheiden. Die letzteren sind seltener.

Die Form der Kerne kann rund, oval, gelappt, verästelt oder ringförmig (Lochkerne) sein. Bei den gelappten Kernen finden wir Knospen, die jedoch durch Verbindungsbrücken miteinander zusammenhängen. Diese komplizierteren Formen fassen wir unter dem Namen der polymorphen Kerne zusammen. Die verästelten und gelappten Kerne hielt man eine Zeit lang für den Ausdruck eines direkten Teilungsvorganges; später überzeugte man sich jedoch von der Irrtümlichkeit dieser Auffassung. Die Teilung der Leukocyten ist gewöhnlich eine indirekte (mitotische). Leukocyten mit polymorphen Kernen zeichnen sich durch eine grössere Beweglichkeit aus und bilden den grösseren Teil der Gesamtzahl der Leukocyten.

So hat Löwit die Beschaffenheit des Zellkernes als Grundlage genommen und die Leukocyten in vier Formen geteilt: kleine und grosse mononucleäre, polymorphkernige und polynucleäre.

Auch auf Grund der Beschaffenheit des Protoplasma wurde eine Einteilung der weissen Blutzellen versucht.

So teilte van der Stricht alle weissen Blutzellen in zwei grosse Gruppen: zu der einen zählte er die Leukocyten mit hellem, zu der zweiten die mit dunklem Protoplasma.

Eine andere durch Ehrlich eingeführte und gegenwärtig fast allgemein angenommene Einteilung beruht auf dem mikrochemischen Verhalten der in den einzelnen Zellenarten vorhandenen Granula zu bestimmten Anilinfarbstoffen.

Alle Anilinfarben teilt Ehrlich in drei Gruppen ein, in saure, basische und neutrale Farbstoffe, je nachdem das

färbende Prinzip eine Säure (wie z. B. im pikrinsauren Ammon), eine Base (wie z. B. im essigsauren Rosanilin) oder endlich die Verbindung einer Farbbase mit einer Farbsäure darstellt (wie z. B. im pikrinsauren Rosanilin).

Die Leukocyten teilt Ehrlich in mehrere Gruppen, deren jede durch die Verwandtschaft ihrer Granula zu einer gewissen Anilinfarbstoffgruppe charakterisiert ist.

Er unterscheidet fünf Gruppen von Leukocyten und benennt die für dieselben spezifischen Körnungen: α, β, γ, δ, ε Granulationen.

1. Die α = (acidophile, eosinophile) Granulationen sind gewöhnlich grobkörnig, stark glänzend, kommen fast stets in polymorphkernigen Zellen vor und sind dadurch charakterisiert, dass sie sich spezifisch in allen sauren Anilinfarben (vor allem im Eosin, Aurantia, Indulin, Nigrosin, Orange u. a.) färben

Im normalen Menschenblut findet sich diese Art der Granula nur in geringer Menge. Bei der Leukämie unterliegen dieselben jedoch einer bedeutenden Vermehrung.

2. β = (amphophile) Granulationen, deshalb so genannt, weil sie sich sowohl in sauren wie in basischen Anilinfarbstoffen färben; sie erscheinen in Form einer sehr feinen Körnung Im Menschenblut werden dieselben nicht angetroffen, dagegen kommen sie im Knochenmark und Blut des Meerschweinchens, Kaninchens, Huhnes etc. vor.

3. γ = Granulationen (Mastzellen); die Körner sind ziemlich grob und färben sich in basischen Anilinen. Dieselben kommen sehr selten im normalen Menschenblut, dagegen häufiger im leukämischen vor. Im Tierblut finden sie sich gewöhnlich vor, am reichlichsten jedoch im Bindegewebe.

Die Färbung gelingt am besten, wenn man die violetten basischen Farbstoffe: Dahlia, Gentianaviolett, Methylviolett anwendet.

4. δ = (basophile) Granulationen, in Farbbasen tingibel, weisen eine feine Körnung auf und kommen in grösseren mononucleären Leukocyten des Menschenblutes vor.

Diese Gruppe färbt sich gut mit Methylenblau.

5. ε = (neutrophile) Granulationen: die sehr feine, nur in neutralen Farbstoffen färbbare Körnung kommt in den polynucleären Blutzellen des Menschen vor. Diese Art der Granula färbt sich mit verschiedenen Gemischen von sauren und basischen Farbstoffen, wie Säurefuchsin Methylgrün, Säurefuchsin = Methylenblau u. a., welche zusammen eine neutrale Lösung geben.

Die Versuche einer strengen und einheitlichen Einteilung ergaben bisher kein befriedigendes Resultat, und zwar hauptsächlich aus dem Grunde, weil wir oft wegen der bestehenden Zwischenformen nicht in der Lage sind, scharfe Grenzen zwischen den einzelnen Gruppen festzustellen.

Die Anschauungen der Autoren über die Bedeutung und Herkunft der verschiedenen Formen der Leukocyten weichen bedeutend auseinander. Einige nehmen eine Zusammengehörigkeit der verschiedenen Formen weisser Blutzellen und einen gemeinsamen Ursprung aller Leukocytenformen aus einer Grundform an, wobei eine Form die Fähigkeit haben soll, in eine andere überzugehen (Benda, Gulland); andere dagegen betrachten dieselben für völlig getrennte Zellformen und glauben an eine separate Entstehung für jede Form, namentlich in den Lymphdrüsen (Lymphocyten), im Knochenmark (Myelocyten), in der Milz (Splenocyten) (Virchow, Ribbert u. a.).

Die von Hayem und Bizzozero entdeckten und beschriebenen Blutplättchen sind sehr zarte, farblose, glänzende, rundliche oder ellipsoide Scheibchen von ungleicher Grösse, welche ungefähr $^1/_3$ des Durchmessers der roten Blutzellen besitzen und bei Säugetieren keine Kerne aufweisen. Einige Autoren sind geneigt, die Blutplättchen als selbständige morphologische Elemente des Blutes zu betrachten, andere hingegen halten sie nicht für einen normalen Blutbestandteil, sondern für Gebilde, welche durch Abschnürung von farbigen Blutzellen oder von zerfallenen Leukocyten herrühren

Nach Ansicht des überwiegenden Teiles der Autoren spielen dieselben bei der Gerinnung des Blutes eine wichtige Rolle.

Auch bezüglich der Menge der Blutplättchen stimmen die Autoren nicht überein, einige geben ihre Anzahl auf 200000, andere dagegen sogar auf über 635000 in 1 mm^3 normalen Menschenblutes an.

Überdies kann man im normalen Menschenblute manchmal kleine Fettpartikelchen und andere feine farblose Körnchen (Blutstäubchen, Hämokonien — H. F. Müller) finden, deren Grösse meistens 1 μ nicht erreicht, und deren Bedeutung und Ursprung nicht klargestellt ist. Die Fettpartikelchen stammen wahrscheinlich aus dem Chylus, mit dem sie in das Blut gelangen.

Bezüglich der Entwickelung der Blutzellen gehen die jetzigen Anschauungen bedeutend auseinander. Einige Autoren (P. Mayer, Ziegler, van der Stricht) halten die Blutzellen

für mesodermale, andere dagegen (Kuppfer, Hofmann) für entodermale Gebilde.

Jedenfalls geht die erste Entwickelung der Blutkörperchen im Zusammenhange mit der Entstehung der ersten Gefässe vor sich.

Ferner sind die Autoren auch darüber nicht einig, ob die weissen und roten Blutzellen eine gemeinsame Stammform haben (v. Kostanecki, Schmidt, Kuborn) oder sich aus besonderen Zellformen entwickeln (Löwit, Denys, van der Stricht).

Wir wollen vor allem die Entwickelung der roten Blutzellen der Säugetiere besprechen.

Die Zellen, aus welchen rote Blutkörperchen (Erythrocyten) entstehen sollen und welche man Erythroblasten nennt, sind kernhaltige Rundzellen, etwas grösser als die kernlosen roten Blutzellen, mit einem homogenen Protoplasma, welche nach Ansicht einiger Autoren schon von Anfang an Hämoglobin enthalten (Bizzozero), nach der Ansicht anderer dagegen ursprünglich hämoglobinfrei sind und Hämoglobin erst mit der Zeit erzeugen (Löwit, Sanfelice).

Solche Zellen unterliegen mehrmals der indirekten Teilung und gehen alsdann in die definitive Form der roten Körperchen oder der sog. Erythrocyten über. Der wichtigste Moment dieser Umwandlung bei Säugetieren ist die sog. Entkernung; denn das Blut der Säugetierembryonen enthält in den frühen Stadien ausschliesslich kernhaltige rote Blutzellen. In späteren Stadien treten immer mehr kernlose Zellen auf, so dass wir beim Neugeborenen beinahe ausschliesslich kernlose rote Blutzellen vorfinden.

Auch bezüglich der Entstehung der kernlosen Erythrocyten aus kernhaltigen Erythroblasten bestehen zwei sich geradezu widersprechende Ansichten. Einige Autoren behaupten, dass der Kern aus den reif werdenden roten Blutzellen einfach austritt und sodann zu Grunde geht (Bizzozero, van der Stricht, Saxer, von Kostanecki, Rindfleisch, Melissenos u. a.). Diese Autoren führen als Beweis an, dass sie alle Stadien des Austrittes der Kerne beobachteten und im embryonalen Blut und in den blutbildenden Organen freie Kerne vorfanden.

Andere Forscher sind im Gegenteil der Ansicht, dass der Kern innerhalb der Blutzelle verbleibt und hier einer Umwandlung unterliegt. Die Kernsubstanz löst sich ihrer Ansicht nach innerhalb des Zelleibes auf, verschwindet infolgedessen und wird unsichtbar (Eliasberg, Sanfelice, Spuler, Löwit, Israel, Pappenheim u. a.).

Die Entwickelung der roten Blutzellen während des embryonalen Lebens findet statt: in der Leber, der Wand der Nabelblase, den Lymphdrüsen (ausnahmsweise), der Milzpulpa, einem Teil des an der Milz liegenden grossen Netzes und im roten Knochenmark.

Eine wichtige, wenn auch nicht unmittelbare Rolle spielt bei der Entwickelung der Blutzellen die Leber (van der Stricht, von Kostanecki), indem sich in den blind endigenden Ausbuchtungen der nervösen Gefässkapillaren, wo der Blutstrom langsamer wird, eine sehr geeignete Stätte für ihre Vermehrung durch Teilung bietet.

Beim Erwachsenen geht die Neubildung von Erythrocyten fast ausschliesslich im roten Knochenmark vor sich.

Die farblosen Blutzellen (Leukocyten) leitet ein Teil der Autoren von einer besonderen Art von Zellen her, welche, zum Unterschiede von Erythroblasten, Leukoblasten genannt werden. Ursprünglich enthält das embryonale Blut keine Leukocyten, dieselben treten erst später auf, wenn die Lymphdrüsen zur Entwickelung kommen.

Im postembryonalen Leben vermehren sich die Leukocyten in den sog. Keimzentren (Flemming, siehe weiter), welche im adenoiden Gewebe zerstreut sind, und überdies auch innerhalb des Bindegewebes.

Das Blut erfüllt die wichtige Aufgabe, dem Gewebe die zum Leben unentbehrlichen Bestandteile zuzuführen. Dies geschieht vermittelst des Hämoglobins (innerhalb der roten Blutzellen), welches sich ausserordentlich leicht mit dem Sauerstoff verbindet. Überdies nimmt das Blut von allen Partien des Körpers den überwiegenden Teil der während der Lebensprozesse entstandenen Zersetzungsprodukte auf, um dieselben, während es die Exkretionsorgane passiert, abzugeben.

Die Aufgabe, die für den Organismus schädlichen Körper (z. B. Bakterien) aus dem Blute zu entfernen, erfüllen teilweise die weissen Blutzellen, welche sie mit den Pseudopodien umfassen und auch assimilieren können (Phagocyten). Auf diese Art spielen die weissen Blutzellen die wichtige Rolle von natürlichen Abwehrvorkehrungen des Organismus. Einige Autoren stellen sich die Erfüllung dieser, den Organismus schützenden Aufgabe anders vor; sie schreiben nämlich den weissen Blutzellen die Fähigkeit zu, näher nicht bestimmte Stoffe (Alexine) zu secernieren, welche für Bakterien keimtötende Wirkung besitzen.

Das Blut **gerinnt**, wenn es aus den Gefässen heraustritt. oder innerhalb der Gefässe, wenn die Gefässwand pathologisch verändert ist, sowie nach dem Tode des Tieres. Das Gerinnen des Blutes ist auf die Bildung von **Faserstoff (Fibrin)** zurückzuführen. Das Nähere hierüber muss in den Lehrbüchern der Physiologie nachgesehen werden. Das Fibrin stellt sich in sehr dünnen Schichten in Form äusserst feiner Fasern dar, welche sehr innig miteinander verflochten sind und in chemischer Hinsicht den Bindegewebsfibrillen nahe stehen. Wenn das Blut gerinnt, so zerfällt es in zwei Teile: in einen festen gallertartigen — den **Blutkuchen** (**Placenta s. cruor sanguinis**) — und einen flüssigen — das **Blutwasser** (**Blutserum**). Der erstere ist rot gefärbt, da er beinahe alle geformten Blutelemente innerhalb der Maschen des Faserstoffes enthält. Das Blutwasser ist farblos und enthält bloss einen geringen Teil von Leukocyten.

Der Farbstoff, welcher den farbigen Blutzellen, also auch dem ganzen Blute in dünnen Schichten eine grünlich-rote Farbe verleiht, heisst **Hämoglobin**. Dieser Körper krystallisiert unter besonderen Umständen und erscheint bei verschiedenen Tiergattungen in verschiedenen Formen, welche jedoch fast ausnahmslos dem rhombischen Systeme angehören.

Die Hämoglobinkrystalle finden wir in gewissen seltenen Fällen in mikroskopischen Präparaten innerhalb des Gewebes: so kann man z. B. in alten Spirituspräparaten in den Blutgefässen, innerhalb der roten Blutzellen der Knochenfische, sowie innerhalb der Leberzellen (**Browicz**: siehe Leber) Hämoglobinkrystalle vorfinden.

Hämoglobin ist ein Körper, welcher der Zersetzung leicht unterliegt und alsdann in **Hämatin**, **Hämatoidin** und **Hämin** übergehen kann. Während das **Hämatin** amorph ist, können die zwei anderen Zersetzungsprodukte des Hämoglobins in Krystallform auftreten.

Das **Hämatoidin** erscheint in Form von rhombischen Prismen von orangeroter Farbe, welche wir innerhalb des Gewebes in allen Blutextravasaten, wie z. B. im corpus luteum des Ovariums und in den apoplektischen Herden vorfinden.

Das **Hämin** schliesslich, welches sich durch die Leichtigkeit der Krystallbildung auszeichnet, tritt in Form von rhombischen Täfelchen auf, welche entweder einzeln liegen oder sich kreuzen und zuweilen Sterne bilden. Kleinere Krystalle sind oft wetzsteinförmig. Die Farbe der Krystalle ist mahagonibraun. Da

diese Krystalle, welche nach ihrem Entdecker unter dem Namen Teichmann'sche Krystalle bekannt sind, aus einer sehr unbedeutenden Menge Blutes, welches sogar längere Zeit hindurch eingetrocknet oder bereits verfault war, zu erhalten sind, so haben dieselben grosse forensische Bedeutung. Ihr Vorkommen weist unzweifelhaft auf das Vorhandensein von Blut hin.

Wegen ihrer Wichtigkeit bei dem gerichtlichen Nachweise von Blut wollen wir hier angeben, wie die Krystalle aus Blutspuren zu erhalten sind.

Das an der Kleidung, am Holze, am Eisen vertrocknete Blut wird auf dem Objektträger in einigen Tropfen Wasser gelöst, das Wasser abgedampft, ein bis stark nadelkopfgrosses Körnchen Kochsalz und zwei Tropfen Eisessig (acid. acetic. glaciale) hinzugegeben und mit dem Deckgläschen zugedeckt. Jetzt wird das Präparat vorsichtig erwärmt, bis der Eisessig zu kochen beginnt und beinahe verdunstet ist. Sodann ist das Präparat unter starker Vergrösserung zu untersuchen. Ein negatives Ergebnis der Untersuchung (Mangel der Krystalle) ist jedoch nicht absolut beweisend für das Fehlen von Blut im untersuchten Material.

2. Die Lymphe.

Die Lymphe ist, da rote Blutzellen fehlen, eine farblose Flüssigkeit. Sie enthält von zelligen Elementen bloss farblose Zellen, Lymphocyten genannt. Ausserdem findet man in ihr Fettpartikelchen, welche im Chylus oft (nach Fettresorption) sehr reichlich angesammelt sind und ihm das milchige Aussehen verleihen.

Der flüssige Teil der Lymphe heisst Lymphplasma.

ZWEITER TEIL.

(Mikroskopische Anatomie der Organe.)

Indem wir zu dem zweiten Teile, nämlich zu der Besprechung des mikroskopischen Baues der Organe übergehen, wiederholen wir, dass fast jedes Organ aus mehr als einem Gewebe, oft aus allen vier Gewebsarten zusammengesetzt ist. Wir werden also die Anordnung und das Verhältnis der einzelnen Gewebe innerhalb der Organe zu besprechen haben.

Einzelne Organe der höheren Tiere können infolge ihrer Differenzierung nur ganz bestimmte Funktionen erfüllen. Verschiedene Organe vereinigen sich wieder zu einem Ganzen und bilden zusammengenommen ein Organsystem, welches ebenfalls eine bestimmte physiologische Aufgabe hat.

Wir werden die Organsysteme in nachstehender Ordnung besprechen:

I. Das Kreislaufsystem,
II. Das Verdauungssystem,
III. Das Atmungssystem,
IV. Das Harnsystem,
V. Das Fortpflanzungssystem (Geschlechtsorgane),
VI. Das Bewegungssystem:
   1. Skeletsystem,
   2. Muskelsystem,
VII. Das Nervensystem samt Sinnesorganen.

I. Kreislaufsystem.

Zunächst haben wir zu besprechen das Gefässystem, d. h. das Herz, die Blut- und Lymphgefässe, sodann die blutbereitenden Organe, d. h. die Lymphknoten, die Milz, die Thymus (über das Knochenmark und die Tonsillen siehe an anderer Stelle), schliesslich die Drüsen ohne Ausführungsgänge, welche mit dem Kreislaufsysteme in einem engen Zusammenhange stehen, da die

Produkte derselben in den Kreislauf zurückgelangen (Drüsen mit innerer Sekretion) und auf dieses System einen wichtigen Einfluss ausüben.

1. Blutgefässystem.

Die einzelnen Abschnitte dieses Systems besitzen einen sehr verschiedenen Bau; das Herz ist am kompliziertesten gebaut, die feinsten Gefässe (sog. Kapillargefässe) zeigen den verhältnismässig einfachsten Bau.

Ich erachte es für angezeigt, sich an die ältere Einteilung der Gefässchichten in Intima, Media und Adventitia nicht zu halten, sondern nach der Ansicht Schiefferdecker's und Grünstein's das allen Gefässen gemeinsame Epithelrohr und die ausserhalb derselben gelegene Accessoria zu unterscheiden, welche letztere alle ausserhalb des Epithelrohres liegende Hüllen enthält. Für die letzteren kann die frühere Einteilung der Gefässwand in die Intima, Media und Adventitia beibehalten werden. Jedenfalls haben alle Abschnitte des Blutgefässystems das Gemeinschaftliche, dass sie von einer einfachen Lage platter Epithelzellen (Epithelrohr, Endothelrohr) begrenzt sind.

Die dickeren Gefässe weisen noch die oben erwähnte Accessoria auf, welche, je nachdem wir es mit einer Arterie oder Vene zu thun haben, verschieden gebaut, sowie auch im Verhältnis zum Kaliber der Gefässe verschieden stark entwickelt sein kann.

Wir wollen mit den einfachsten Verhältnissen, wie wir sie bei den Kapillaren finden, beginnen.

Kapillaren.

Die Kapillaren sind sehr feine Gefässe, deren Durchmesser gewöhnlich zwischen 7 und 15 μ liegt. Sie sind zwischen Arterien und Venen eingeschaltet. Die Wand der Kapillaren ist eine Fortsetzung der epithelialen Schicht, welche das ganze Blutgefässystem kontinuierlich auskleidet, sie besteht demnach bloss aus einer Schicht platten Epithels. Die Zellen sind mittelst einer geringen Menge Kittsubstanz, welche mit Hilfe des Höllensteines leicht nachzuweisen ist, mit einander verbunden. Dies wird durch Fig. 80, welche die Epithelwand eines Gefässes darstellt, veranschaulicht. Die Zellen sind mit ihrem Längsdurchmesser in der Richtung der Längsachse der Kapillare gelagert. Ähnlich

liegen auch die abgeplatteten ovalen Kerne, welche sich in der Mittelpartie der Epithelzellen befinden, und in deren nächster Umgebung etwas mehr Protoplasma angesammelt ist als in den Randpartien der Zellen. Deshalb sehen wir auch in den längs- oder querdurchschnittenen Kapillargefässen Kerne, welche in das Gefässlumen ein wenig hineinragen. An Präparaten, an welchen die Konturen der Zellen sichtbar sind, bemerken wir, dass die Zellengrenzen oft nicht geradlinig sondern gezackt sind. Manchmal sind an solchen Präparaten Stigmata oder Stomata (siehe Blut) sichtbar. Die Feinheit der Wände bewirkt, dass sie für Gase durchdringlich sind, und ermöglicht die Diffusion, was für den Stoffwechsel von grosser Bedeutung ist.

Einige Autoren bemerken überdies, wenigstens an einigen Stellen der Kapillaren, rings um die epitheliale Lage eine feine strukturlose Membran. Die Kapillargefässe anastomosieren oft unter einander, indem sie ein Netz mit Maschen von verschiedener Weite bilden. Während der Verästelung unterliegt die Weite des Lumens der Kapillaren keiner Änderung. Ihre Dicke ist in verschiedenen Organen verschieden, so gehören z. B. zu den sehr feinen mit grossen Maschen die Kapillaren in quergestreiften Muskeln, zu den dicken dagegen mit feinen Maschen die Kapillaren in der Leber.

Ohne auf die verschiedenen Anschauungen über die erste Anlage des Blutgefässystems näher einzugehen, werden wir bloss die Neubildung von Kapillaren beschreiben, wie solche im postembryonalen Leben, am leichtesten im Omentum majus junger Tiere (z. B. mehrtägiger Hunde oder Katzen) zu sehen ist. (Fig. 73.) Man bemerkt hier, dass von bereits entwickelten Kapillaren protoplasmatische Sprosse sich abzweigen, welche mit ihrer breiten Basis an den Kapillaren aufsitzen und mit dem dünnen freien Ende in das umgebende Gewebe hineinwachsen. Diese Sprosse sind Zellen, welche sich karyokinetisch teilen und aneinanderreihen können. Die ursprünglich soliden Sprosse beginnen dann hohl zu werden, wobei die Lichtung mit dem Kapillarlumen zusammenhängt. Diese Lichtung verlängert sich allmählich, und die Zellen des Sprosses werden röhrenförmig und bilden die epitheliale Wandung der neuentstandenen Kapillaren. In solche Aussackungen der Gefässwand können Blutzellen gelangen. Der sich weiterentwickelnde Spross begegnet einem zweiten, welcher ihm entgegenwächst, und vereinigt sich mit demselben.

Einige Autoren behaupten, dass eine solche Neubildung der Kapillaren nur im Anschlusse an schon embryonal angelegte und fertige Kapillaren vor sich gehen kann; andere dagegen beschreiben spezielle vasoformative Zellen, welche unabhängig von den bestehenden Gefässen neue Kapillaren bilden können (Ranvier).

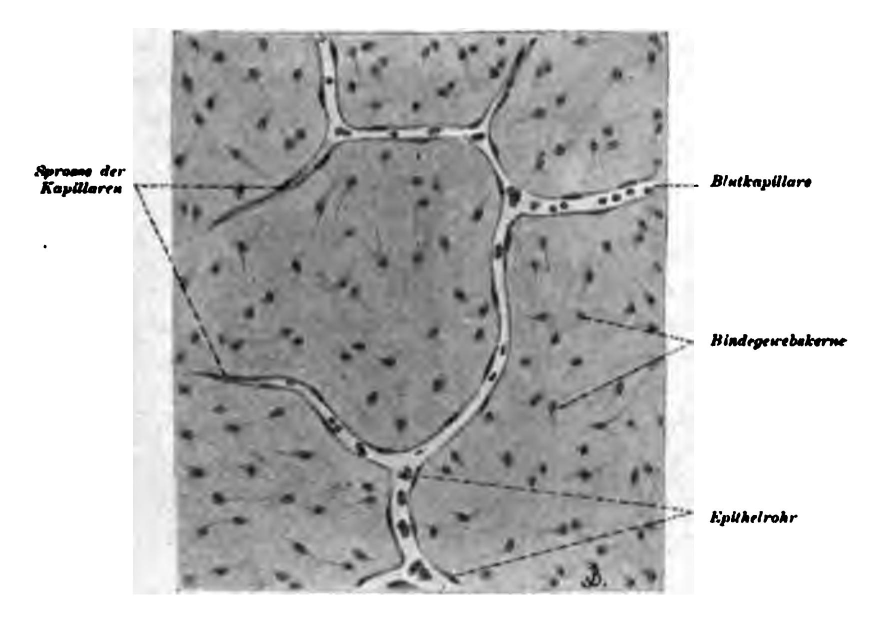


Fig. 73.

Stück des von der Oberfläche gesehenen Omentum majus eines 8 Tage alten Hundes.

Ca. 180 mal vergrössert.

Mit dieser Frage der Neubildung der Kapillaren mittelst der vasoformativen Zellen steht die Frage der intracellularen Entwickelung der roten Blutkörperchen in eben denselben Zellen in Verbindung. Solche Zellen stehen mit den benachbarten Kapillaren in keinem Zusammenhange. Innerhalb ihres Protoplasma kann man oft ebenso ausgebildete rote Blutzellen, wie auch Hämoglobin enthaltende Körnchen verschiedener Grösse, welche eben die Übergangsformen zu den roten Blutzellen bilden sollen, bemerken. Auf diese Art würden aus den vasoformativen Zellen nicht nur Kapillaren, sondern auch Erythrocyten entstehen. Die ganze Rolle dieser als vasoformativ beschriebenen Zellen wurde jedoch durch andere Autoren sehr in Frage gestellt, von

welchen z. B. Sig. Mayer sie als Gebilde betrachtet, welche nicht mit der Neubildung, sondern im Gegenteile mit der Rückbildung von Gefässen im Zusammenhange stehen: diese kleinen hämoglobinhaltigen Körnchen wären nach diesem Autor zu Grunde gegangene und in kleine Fragmente zerfallene Erythrocyten.

Wenn wir von den Kapillaren zur Besprechung der dickeren, sei es arteriellen, sei es venösen Gefässe übergehen, so begegnen wir einem komplizierteren Bau. Wir haben dann zunächst die sog. Übergangsgefässe zu besprechen, d. h diejenigen Gefässe, welche zwischen die Kapillaren einerseits und die Arterien oder Venen anderseits eingeschaltet sind (präkapillaren Arterien und Venen).

Arterien.

Die präkapillaren Arterien zeigen ausserhalb der epithelialen Schicht nur noch eine strukturlose elastische Haut und höchstens noch eine dünne Schicht Bindegewebe, dessen feine Fasern vorwiegend längs verlaufen.

In der Richtung nach dem Herzen wächst die Accessoria der kleineren Arterien namentlich durch das Hinzutreten glatter Muskelzellen, welche sich zirkulär ausserhalb der elastischen Haut lagern, jedoch anfangs keine kontinuierliche Lage bilden.

In etwas dickeren kleinen Arterien treten glatte Muskelzellen in mehrfachen zirkulär verlaufenden Lagen auf. (Fig. 74, 75.) Wenn wir den Längsschnitt einer solchen Arterie betrachten,

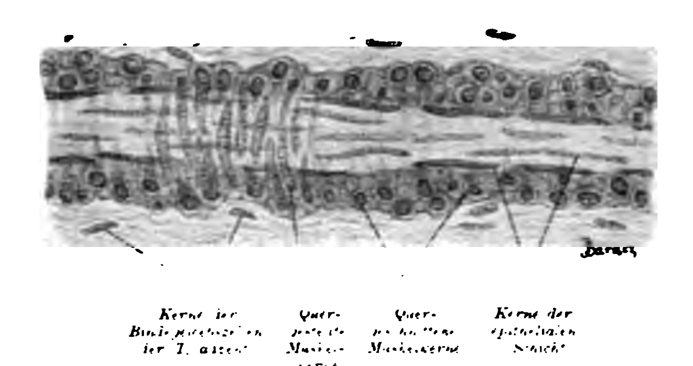


Fig. 74.

Längsschnitt einer kleinen Arterie aus der Lymphdrüse der Katze.
(ca. [illegible] mal vergrössert)

bemerken wir, dass die Kerne der zirkulär verlaufenden Muskelzellen sich mit den Kernen der parallel zur Längsachse des Gefässes gelagerten Epithelzellen kreuzen. (Fig. 74.)

In solchen Arterien tritt gleichzeitig eine elastische Innenhaut in Form einer gefensterten Membran auf, und die Tunica externa ist als äusserste Schicht der Accessoria stärker entwickelt und enthält feine elastische Fasern. Zur Gruppe der mitteldicken Arterien, die beim Menschen die weiteste Verbreitung haben, werden alle Arterien gezählt, deren Dicke in

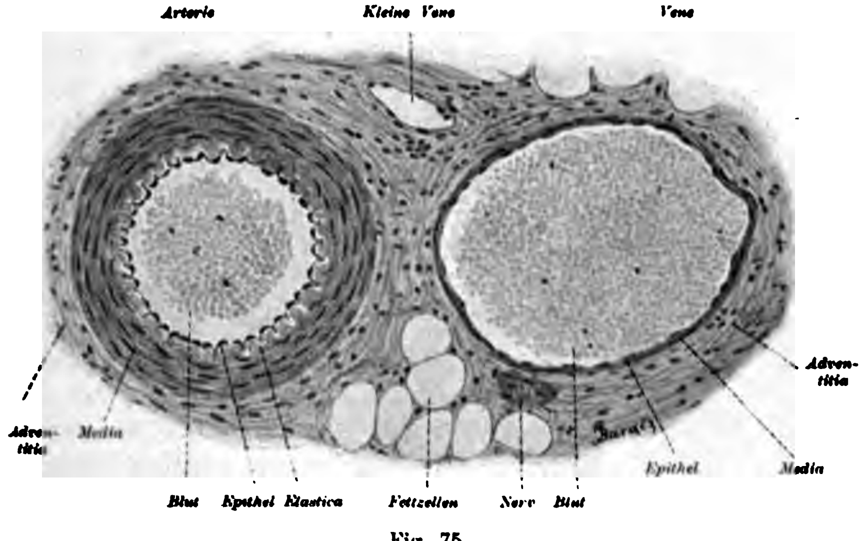


Fig. 75.

Querschnitt durch eine kleine Arterie und eine zugehörige Vene von einem Hunde.

Ca. 220 mal vergrössert.

den Grenzen der Art. supraorbitalis und Art. cruralis oder brachialis liegt. (Fig. 76.)

Rings um die innerste Epithelröhre besitzen solche Arterien eine Faserscheide, welche ausser den der Länge nach verlaufenden Bindegewebsfibrillen dünne, ebenfalls längs verlaufende elastische Fasern und überdies beigemengte platte Bindegewebszellen aufweist.

Diese Schicht bildet samt der rings um dieselbe liegenden elastischen Haut die Intima. Die elastische Haut, Elastica interna genannt, besteht gewöhnlich nur aus einer Lamelle, kann aber auch in zwei Lamellen gespalten sein.

Rings um dieselbe finden wir eine dicke Schicht, **Media** genannt, deren Bestandteile Bindegewebe, glatte Muskelzellen und elastische Fasern bilden. Zirkulär verlaufende Muskelbündel bilden den überwiegenden Bestandteil der Media und treten gewöhnlich in Form von mehreren Schichten auf, welche die Bindegewebsschichten voneinander trennen. Diese letzteren enthalten konzentrisch verlaufende elastische Fasern oder elastische Netze. Manchmal trifft man an der inneren Grenze der Media einzelne längs verlaufende glatte Muskelelemente, manchmal sogar zwischen den zirkulären Muskelschichten der Media.

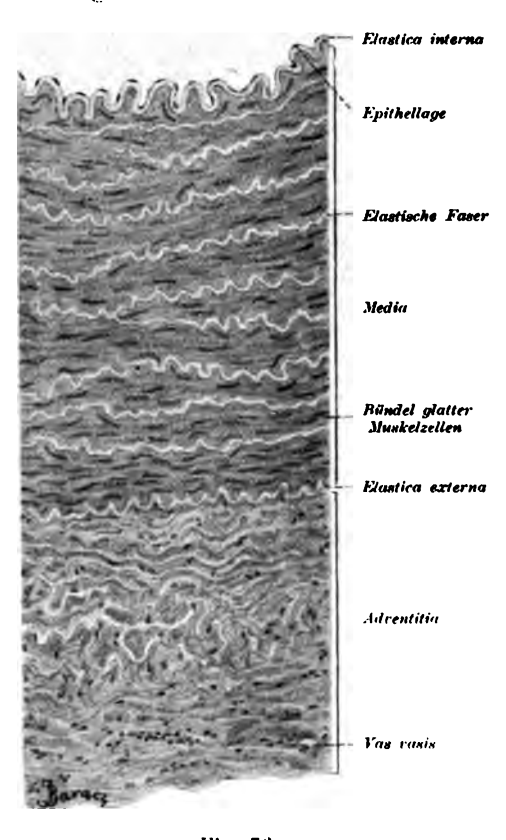


Fig. 76.

Stück eines Querschnittes der Arteria femoralis des Hundes.

Ca. 150 mal vergrössert.

Die äusserste Schicht bildet die sog. **Adventitia**. Innerhalb derselben können wir eine elastische Haut, die sog. **Elastica externa**, welche der Media anliegt, und nach aussen von dieser letzteren zwei Schichten, die innere longitudinale und die äussere zirkuläre, unterscheiden. Diese Einteilung wird bedingt durch die innerhalb des Bindegewebes entsprechend verlaufenden elastischen Fasern. In der inneren longitudinalen kommen manchmal längs verlaufende, innerhalb des Bindegewebes zerstreute Bündel von glatten Muskelzellen zur Entwickelung.

Bei den Arterien **grossen** Kalibers (z. B. Carotis, Subclavia, Aorta lassen sich ebenfalls gewisse Unterschiede in den einzelnen Schichten wahrnehmen. (Fig. 77.) Das **Epithelrohr**

weist kürzere und mehr polygonale Zellen auf. Die Intima besteht aus einer subepithelialen Schicht und der Elastica interna. Die subepitheliale Lage der Intima zeigt infolge ihrer Zusammensetzung aus Bindegewebsfibrillen und elastischen Fasernetzen, welche überdies platte Bindegewebszellen enthalten, eine feinstreifige Struktur.

Weiter nach aussen, an der Grenze der Media findet sich eine gefensterte elastische Membran, welche in mehrere Lamellen gespalten und stellenweise sogar gänzlich aufgefasert sein kann.

Die Media enthält sehr stark entwickelte elastische Elemente, welche hier in Form dicker Fasern oder gefensterter Membranen auftreten. Schichten von Muskelbündeln, welche die elastischen Fasern oder Häute trennen, werden durch elastische Längs- oder Querfasern durchsetzt, welche die elastischen Elemente der Media verbinden.

Fig. 77.

Stück eines Querschnittes der Aorta des Hundes.
Ca. 140 mal vergrössert.

Die Adventitia verhält sich ähnlich wie in den mitteldicken Gefässen. In der Aorta fehlt die Elastica externa.

Eine spezielle Berücksichtigung verdienen die Arterien

der Schädelhöhle. Dieselben zeigen eine Abnahme der elastischen Elemente in der Media und Adventitia, was höchst wahrscheinlich damit im Zusammenhange steht, dass die Arterien in der Schädelhöhle äusseren Zugwirkungen nicht ausgesetzt sind, wie Arterien in anderen Teilen während der Körperbewegungen. Die Elastica externa fehlt ihnen ganz. Dagegen befinden sich in der inneren Schicht der Adventitia bloss dichtgedrängte, zirkulär verlaufende, elastische Fasern (H. Triepel).

Beim Austritt aus der Schädelhöhle tritt eine Vermehrung des elastischen Gewebes auf.

Venen.

Die Venen lassen sich bezüglich ihres Baues nicht nach der Grösse einteilen.

Die Stärke und der Bau der einzelnen Schichten der Accessoria sind in verschiedenen Venen derselben Grösse sehr verschieden.

Das gemeinsame und charakteristische Merkmal der Venen, welches sie von den Arterien unterscheidet, ist die schwache Entwicklung der Media und eine geringere Reichhaltigkeit an elastischem Gewebe, dagegen eine stärkere Entwickelung der Adventitia. Eine vom Bau der Arterien am wenigsten abweichende Struktur weisen vielleicht manche mittelgrossen Venen auf, wie dies aus der Abbildung 78 zu entnehmen ist.

Bei dem oben bemerkten Mangel der Einförmigkeit im Baue ist es nicht angezeigt, die Venen nach ihrem Kaliber zu



Fig. 78.

Stück eines Querschnittes durch eine mittlere Vene des Hundes.

Ca. 280 mal vergrössert

betrachten, es ist vielmehr zweckmässiger, zu beschreiben, wie sich die einzelnen Schichten in verschiedenen Venen verhalten.

Der Bau des Epithelrohrs unterscheidet sich gar nicht von jenem der Arterien.

Aussen liegt dem Epithelrohre die Intima an, welche aus einer Bindegewebslage, die nur wenig elastische Elemente enthält und in einigen, hauptsächlich grösseren Gefässen, einzelne schräg oder längs verlaufende glatte Muskelzellen aufweist und aus der Elastica interna besteht, welche den Charakter einer membrana fenestrata haben kann oder in zwei oder mehrere Blätter gespalten ist.



Fig. 79.
Stück eines Querschnittes der Vena cava inferior des Hundes.
Ca. 150 mal vergrössert.

Die Media der Venen ist im Vergleiche mit jener der Arterien sehr schwach entwickelt. (Fig. 79.) Sie weist innerhalb des Bindegewebes gewöhnlich bloss wenige zirkuläre Schichten glatter Muskelzellen auf, denen dünne elastische Fasern oder elastische Häute beigemengt sind. Die letzteren sind mittelst sich abzweigender feiner elastischer Fäserchen miteinander verbunden. Die am stärksten entwickelte Media besitzen die Venen der unteren Extremität, während im Gegenteil dieselbe in anderen ganz fehlen kann (Vena cava superior, Vena subclavia, anonyma, Venen der pia und dura mater, Knochenvenen, Retinavenen, präkapillare Venen).

Dagegen enthält die stark entwickelte Adventitia gewöhnlich neben den Bindegewebsbündeln und elastischen Fasern längs verlaufende Bündel glatter Muskelzellen, welche manchmal zu einer bedeutenden Entwickelung gelangen (V. V. renales,

portarum), indem sie eine mehr oder weniger geschlossene ansehnliche Muskellage bilden und die schwach entwickelte Muscularis der Media ergänzen. (Fig. 79.)

Die Venenklappen, ein Gebilde der Intima, bestehen, ähnlich wie diese aus Bindegewebe und elastischen Fasern. Die Oberfläche der Klappen ist mit Zellen des Epithelrohrs bedeckt, welche auf der inneren, dem Blutstrome zugekehrten Fläche in der Richtung der Längsachse gestreckt und auf der äusseren Fläche kürzer und polygonal sind. Auf der inneren Fläche der Klappe befindet sich dicht unter den lang gestreckten Epithelzellen ein feines elastisches Netzwerk.

Bei diesen ausgeprägten Unterschieden im Bau der Arterien und Venen dürfte es keiner Schwierigkeit unterliegen, die Arterien von den korrespondierenden Venen unter dem Mikroskope zu unterscheiden. Wir wollen jedenfalls die wichtigsten Anhaltspunkte, welche dem Anfänger in der Mikroskopie zur leichteren Orientierung dienen und ihm die Stellung der Diagnose unter dem Mikroskope erleichtern können, noch einmal zusammenfassen.

Der wichtigste dieser Anhaltspunkte ist das Verhältnis der Dicke der Wandung zur Weite des Gefässlumens. Die Arterie hat im Vergleiche mit der zugehörigen Vene eine geringere Lichtung und eine dickere Wandung. (Fig. 75.) Ein nicht zu unterschätzendes Moment ist die viel stärkere Entwicklung der elastischen und Muskelelemente in der Media der Arterie. Infolge der Kontraktion der Muskelelemente der Media entstehen nach dem Tode in den nach innen von der Media gelegenen Schichten (Intima und Epithelrohr) Falten, welche in der Längsrichtung der Arterien verlaufen. Deshalb stellt sich auch am Querschnitt der Arterien die innere Begrenzung derselben in Form einer wellenförmig verlaufenden Linie dar. Überdies enthält die Vene eine grössere oder geringere Menge Blut, während die Arterie oft gar kein Blut enthält, da dasselbe infolge der Kontraktion aus derselben herausgedrängt wurde. Die angegebenen Unterschiede illustriert Fig. 75.

Alle mittleren und dickeren Blutgefässe sind mit kleinen Blutgefässen (vasa vasorum) versehen, welche die Aufgabe haben, die Wände dieser Gefässe zu ernähren. Die vasa vasorum

verlaufen fast ausschliesslich innerhalb der Adventitia, nur spärlich innerhalb der Media und reichen niemals bis zur Intima.

Kleine Blutgefässe sind oft von Lymphkapillaren dicht umflochten, manchmal sind sie sogar von mit Epithel ausgekleideten Räumen umgeben, welche mit dem Lymphsystem im Zusammenhange stehen und perivasculäre Lymphräume genannt werden. Solche Verhältnisse finden wir an Gefässen des Zentralnervensystems, der Knochen u. s. w. vor.

Auch von Nerven werden die Gefässwandungen versehen. Wir finden daselbst ebenso markhaltige, wie auch marklose Fasern, welche überwiegend in der Tunica media Geflechte bilden und in allen Schichten der Accessoria endigen können. Die Kapillargefässe sind gewöhnlich von feinen Nervengeflechten umsponnen.

Das Herz.

Im Herzen können wir neben der, dem ganzen Blutgefässsystem gemeinsamen, Epithelauskleidung drei Schichten unterscheiden:

1. das Endocardium,
2. das Myocardium,
3. das Epicardium (viscerales Blatt des Pericardium),

welche den Schichten der Gefässaccessoria, d. i. der Intima, Media und Adventitia entsprechen.

ad 1. Das Endocardium ist eine bindegewebige Haut, welche glatte Muskelzellen und elastische Fasern enthält. Diese letzteren sind vor allem im Endocardium der Vorkammern stark entwickelt, wo sie sogar in Form einer zusammenhängenden Schicht (membrana fenestrata) auftreten. (Seipp.)

Die innere Oberfläche des Endocardiums ist mit unregelmässig polygonalen Epithelzellen ausgekleidet, welche ohne Unterbrechung in die Epithelauskleidung der vom Herzen ausgehenden Gefässe übergehen.

ad 2. Den Hauptbestandteil des Herzens bildet die Muskelschicht. Nicht alle Teile des Herzens weisen eine gleich starke Entwickelung der Muskelwand auf. Der linke Ventrikel steht obenan, hierauf folgt der rechte und schliesslich die beiden Atrien. Den Bau der Muskelelemente haben wir im ersten Teile kennen gelernt. Die Zellen des Herzmuskels vereinigen sich zu Muskelfasern, welche beim Vorhandensein von Seitenästen eine Art Netzwerk bilden. Die Muskelfasern werden durch feine

Züge lockeren Bindegewebes in feinere oder gröbere Bündel geteilt.

Der Verlauf der Fasern ist verschieden. In den Vorkammern finden wir neben kleineren Muskelbündeln ohne bestimmte Verlaufsrichtung eine beiden Vorkammern gemeinsame oberflächliche, quer verlaufende und eine tiefere, jeder Vorkammer angehörige, vorwiegend longitudinal verlaufende Lage. Komplizierter ist der Verlauf in den Kammern, wo jedoch auch longitudinal und zirkulär verlaufende Bündel unterschieden werden können. Zwischen die einzelnen Muskelfasern dringt zartes Bindegewebe ein. Das letztere ist Träger der reichlichen Kapillargefässe und enthält in den Vorkammern zahlreiche feine elastische Fasern.

Die Annuli fibrosi, bestehend aus derbem, elastische Fasern enthaltendem Bindegewebe, trennen die Muskulatur der Vorkammern von der der Kammern.

ad 3. Das Epicardium stellt sich in Form einer bindegewebigen, an elastischen Fasern reichen Haut dar.

Dicht unter dem Epicardium kommt es häufig zu einer geringeren oder grösseren Fettablagerung, welche sich gewöhnlich nach dem Verlaufe der grösseren Arterien richtet. Die Oberfläche des Epicardiums ist mit einer Schicht platten Epithels bedeckt.

Die Herzklappen sind bindegewebige Gebilde, welche als eine Duplikatur des Endocardiums aufzufassen sind, folglich glatte Muskelzellen und elastische Fasern enthalten. An ihren Flächen sind sie natürlich mit einschichtigem plattem Epithel bedeckt.

Der Herzbeutel (Pericardium) ist eine Bindegewebshaut, welche elastische Fasern enthält und an der freien, inneren Oberfläche mit einer Lage platten Epithels ausgekleidet ist.

Die Blutversorgung des Myocards ist sehr reichlich. Die Kapillaren bilden entsprechend dem Verlaufe der Muskelfasern längliche Maschen, welche mit den einzelnen Muskelzellen in Berührung kommen. Das Endocardium und die Herzklappen selbst sind gefässlos, soweit die Muskelfasern in dieselben nicht hineinreichen in den Atrioventricularklappen).

Die Lymphgefässe des Herzens sind sehr stark entwickelt.

Die Nerven, welche vom Plexus cardiacus zum Herzen gelangen und von den N. N. Vagi und Sympathici stammen, enthalten sowohl marklose (überwiegend), wie auch markhaltige

Nervenfasern Es sind dies teils motorische, teils sensitive Nerven. Im Inneren des Herzens sind in den Verlauf der Nerven kleine Ganglien eingeschaltet. Im Endocardium bilden die Nerven mehrere Geflechte.

Über die Art der Endigung der Nerven in den Muskelzellen siehe im Abschnitte: Nervenendigungen.

2. Lymphgefässystem.

Lymphgefässe.

Die **Lymphkapillaren** sind nicht so wie die Gefässkapillaren zwischen zuführende und abführende Gefässe eingeschaltet, sondern bilden den Anfang grösserer Lymphgefässe und haben die Aufgabe innerhalb des Gewebes die Bestandteile der Lymphe zu schöpfen.

Die Wandung der Lymphkapillaren besteht ebenso wie jene der Blutkapillaren bloss aus platten Epithelzellen, deren Grenzen oft gezackt sind. Bei Lymphkapillaren, welche konstant Netzwerke bilden, liegt das Charakteristische darin, dass ihr Lumen weiter als jenes der Blutgefässe und ihr Kaliber sehr variabel ist. Sie weisen Ausbuchtungen und Einschnürungen auf und besitzen viele Klappen. (Fig. 80.)

Die Frage nach dem Ursprung der Lymphgefässe muss als eine noch nicht spruchreife angesehen werden. Während einige Autoren behaupten, dass die Lymphkapillaren ein vollständig abgeschlossenes und mittelst platten Epithels scharf abgegrenztes System bilden, finden andere den ersten

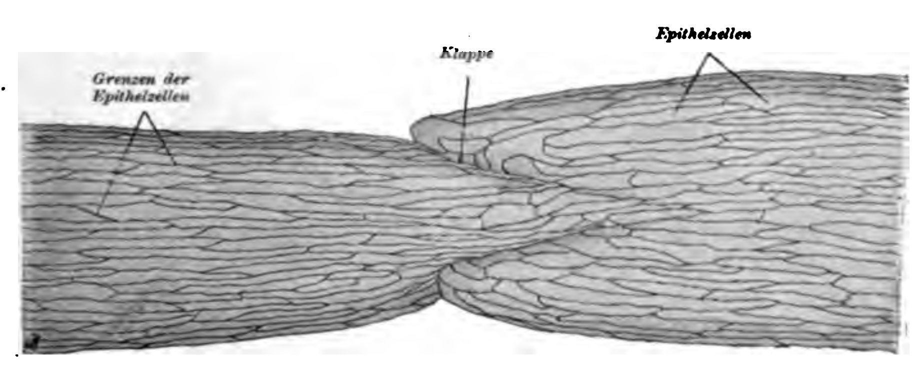


Fig. 80.

Stück eines Lymphgefässes des Mesenterium des Kaninchens

Grenzen der Epithelzellen mit Argentum nitricum sichtbar gemacht. Ca. 235 mal vergrössert.

Ursprung der Lymphgefässe innerhalb des Epithelgewebes und Stützgewebes in den Saftkanälchen, welche entweder gar keine oder eine bloss unvollkommene Epithelauskleidung besitzen und die mit den Lymphkapillaren in offener Verbindung stehen sollen. Nach der ersten Ansicht muss man sich vorstellen, dass die Ernährungssäfte, welche ein Transsudat aus den Gefässkapillaren sind und vom Gewebe nicht verbraucht wurden, durch Endosmose die Wände der Lymphkapillaren passieren, in das Innere der letzteren gelangen und das Lymphplasma bilden. Nach der zweiten Ansicht kann der Gewebssaft von den Saftkanälchen innerhalb des Gewebes durch die offenen Lymphgefässanfänge direkt in die Lymphkapillaren gelangen.

Die dickeren Lymphgefässe, d. i. solche von $^1/_4$ mm Durchmesser angefangen, weisen einen den Blutgefässen ähnlichen, mehr der Struktur der Venen sich nähernden Bau auf.

Wir finden demnach nach innen die Epithelauskleidung. Die Intima enthält feine elastische Fasern, die Media weist quer verlaufende glatte Muskelzellen auf, die Adventitia besteht dagegen aus längs verlaufenden Bindegewebsbündeln, denen elastische Fasern und Bündel von, der Länge nach gerichteten, glatten Muskelelementen beigemengt sind.

Die Lymphdrüsen. (Die Lymphknoten.)

Lymphdrüsen sind grössere oder kleinere, gewöhnlich bohnenförmige, in den Verlauf der Lymphgefässe eingeschaltete Körper.

Den Hauptbestandteil dieser Organe bildet das retikuläre Gewebe, welches Lymphzellen enthält (adenoides Gewebe). Den zweiten wichtigen Bestandteil bildet das Gerüst, welches aus fibrillärem Bindegewebe besteht und glatte Muskelzellen enthält. Dieses Gerüst tritt an der Oberfläche der Drüse in Form einer den ganzen Lymphknoten umkleidenden bindegewebigen Kapsel und innerhalb der Drüse in Form von Blättern und Bälkchen, den sog. Trabekeln, auf. Diese Trabekel erscheinen als bindegewebige Lamellen oder Stränge, welche in der stärker oder schwächer entwickelten Kapsel ihren Anfang nehmen und mehr oder weniger strahlenförmig in das Innere des Organes hinein verlaufen. Dieses ganze Trabekelsystem grenzt an der Peripherie beinahe kugelförmige, zentralwärts dagegen engere und längliche Räume ab, die den oben erwähnten Hauptbestandteil der Lymphdrüse, nämlich die eigentliche Drüsensubstanz, das Parenchym der Drüse enthalten.

(Fig. 81.) Es besteht aus dem adenoiden Gewebe, d. h. aus den Lymphkörperchen, welche in den Maschen des retikulären Bindegewebes eingelagert sind, wobei das letztere für die ersteren eine Art Gerüst bildet. Indem das Parenchym sich der Gestalt der Räume anpasst, welche vom Gerüst der ganzen Drüse (nämlich der Kapsel und den Trabekeln) begrenzt sind, nimmt es an der Peripherie die Gestalt von Ballen (Rindenknötchen, Follikel), tiefer dagegen die Form von Strängen (Markstränge) an. Infolgedessen unterscheiden wir die Rindensub-

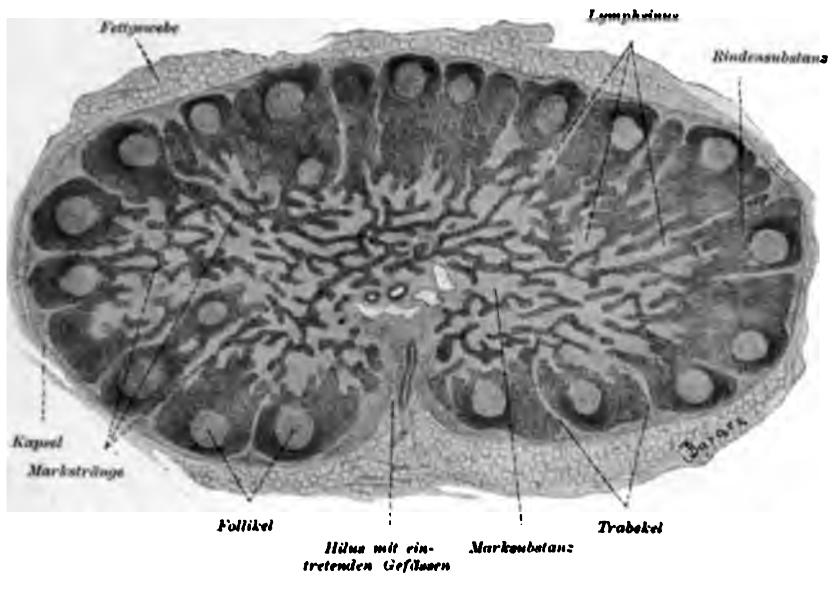


Fig. 81.

Schnitt durch eine kleine Lymphdrüse des Hundes.

Ca. 20 mal vergrössert.

stanz und die Marksubstanz. Die erstere geht unvermittelt in die zweite über. Das bindegewebige Gerüst und das Parenchym bilden je ein in sich geschlossenes Maschensystem, und die beiden Systeme durchflechten sich gegenseitig.

Das retikuläre Bindegewebe, welches die freien Räume zwischen den Trabekeln ausfüllt, hat die Eigentümlichkeit, dass es in der unmittelbaren Nachbarschaft dieser letzteren und der Kapsel so wenig Lymphkörperchen enthält, dass an diesen Stellen die Maschenräume des Reticulums deutlich sind. In einiger Entfernung von den Trabekeln und der Kapsel finden wir in

bedeutender Menge innerhalb des retikulären Bindegewebes angesammelte Lymphkörperchen, welche eben die oben erwähnten Follikel und Markstränge bilden. Die Follikel und Markstränge sind demnach von einem, von Lymphkörperchen fast freien Raume umgeben, welcher sie von der Kapsel und den Trabekeln trennt und welchen die, sowohl die Follikel als auch

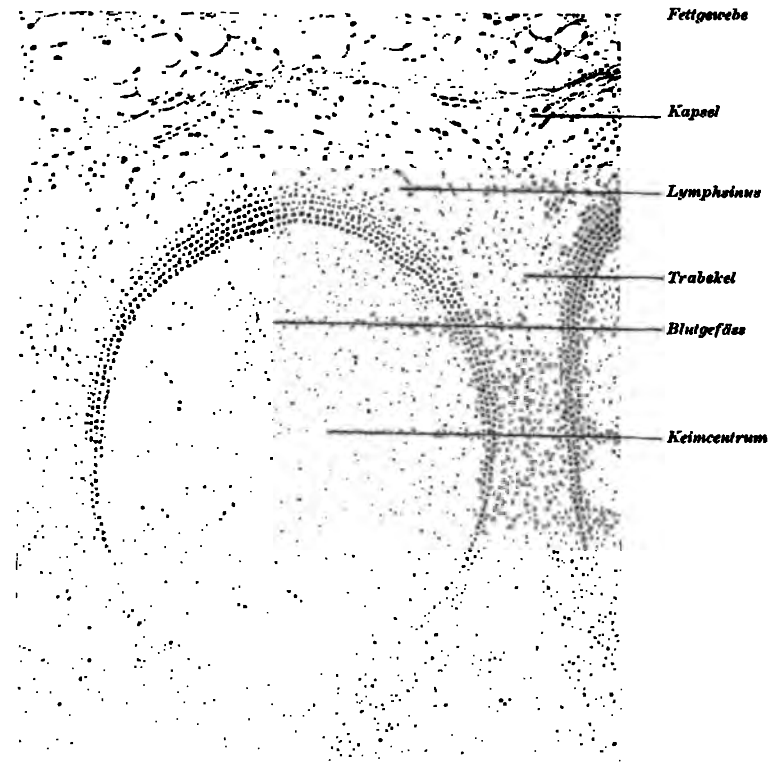


Fig. 82.

Aus der Rindensubstanz einer Lymphdrüse des Hundes.
Ca. 150 mal vergrössert.

die Markstränge umspülende Lymphe durchfliesst. Dieser Raum heisst der Lymphsinus. Der Lymphsinus ist durch ein feines Reticulum durchsetzt, welches von einer Seite in das Bindegewebe der Kapsel und der Trabekel übergeht, von der anderen dagegen sich in dem retikulären Gerüste des adenoiden Gewebes der Follikel und der Markstränge verliert. Die Lymphsinus, welche eine Fortsetzung der lymphatischen Gefässe bilden, sind

ebenso wie diese selbst, sowohl von der Seite der Kapsel und der Trabekel als auch von der Seite der freien Oberfläche der Rindenknötchen und der Markstränge mit plattem Epithel ausgekleidet. Von dem Vorhandensein des platten Epithels überzeugen uns die mit Lösungen von Silbernitrat behandelten Präparate, in welchen die die Epithelzellen verbindende Kittsubstanz schwarz gefärbt ist. Über das Verhalten des retikulären Gerüstes belehren uns ausgepinselte oder ausgeschüttelte Schnitte,

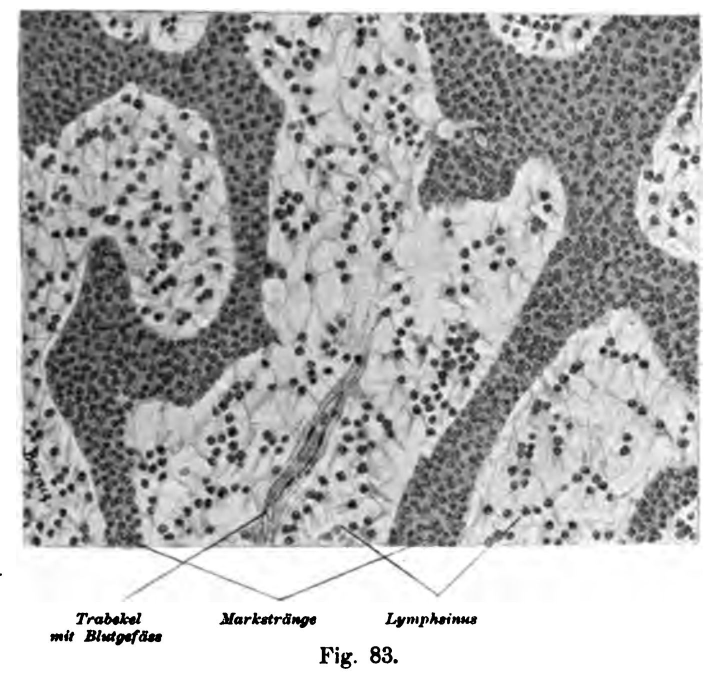


Fig. 83.

Aus der Marksubstanz einer Lymphdrüse der Katze.
Ca. 250 mal vergrössert.

die alsdann von einer bedeutenden Menge der Lymphkörperchen, welche die Maschenräume dieses Gerüstes ausfüllen, befreit sind.

Die zuführenden Lymphgefässe treten in die Drüse gewöhnlich an einem Pol ein, teilen sich und durchdringen die Kapsel. Ihre Wände werden immer dünner, bis sie bei dem Eintritt in die Lymphsinus nur noch aus Epithel bestehen. Die Lymphsinus gehen von der Rindensubstanz in die Marksubstanz über und nehmen samt den Marksträngen ihren weiteren konvergierenden Verlauf bis zu der Stelle der Oberfläche der Drüse, wo sich eine nabelartige Einziehung, der sogenannte Hilus,

befindet. (Fig. 81.) An dieser Stelle ist die bindegewebige Kapsel der Drüse verdickt, kompakt und bildet das **Hilusstroma**. Follikel finden wir hier nicht und die vordringenden und hier endigenden Markstränge sind durch Lymphräume getrennt, welche untereinander zusammenhängend, den **Terminalsinus** (**Toldt**) bilden. Der Sinus terminalis entsendet zum Hilusstroma dünne Gefässchen, welche sich zu **ausführenden Lymphgefässen** (**vasa efferentia**) vereinigen.

Da die Lymphdrüsen die **Aufgabe** haben Lymphzellen zu erzeugen, weisen die letzteren oft inmitten der Rindenknötchen und in den Marksträngen Mitosen auf. Die zentralen Partien der Follikel zeigen nämlich weniger dicht verteilte Lymphzellen, dafür aber eine bedeutende Menge von Mitosen als Ausdruck einer lebhaften Proliferation der Lymphkörperchen. Diese Stellen heissen **Keimzentren** (**Flemming**). (Fig. 82.) Die neu entstandenen Lymphzellen gelangen, indem sie zum Lymphsinus und den vasa efferentia vordringen, in den Lymphkreislauf. Rings um das Keimzentrum sind die Lymphzellen konzentrisch angeordnet.

Die Arterien dringen in die Drüse vor allem am Hilus ein, nehmen ihren Lauf in der Achse der Trabekel, sodann durchsetzen sie den Lymphsinus und gelangen zu den Marksträngen oder Rindenknötchen.

Hier zerfallen sie in Kapillargefässe, welche sich wieder vereinigend, zu Venen werden. Die Venen verlaufen neben den Arterien wieder zum Hilus zurück, durch welchen sie die Drüse verlassen.

Nerven kommen in ziemlich reichlicher Menge vor, aber scheinen fast ausschliesslich für Gefässe bestimmt zu sein.

Peripherische Lymphknötchen.

Das lymphoide Gewebe tritt überdies noch in Formen auf, welche einen geringeren Entwickelungsgrad als die Lymphdrüsen zeigen und welche zu den Lymphgefässen in keiner so engen Beziehung stehen, da sie keine Lymphsinuse besitzen (gehäufte Knötchen des Kaninchens ausgenommen). Eine dieser Formen stellt sich als **diffuse**, mehr oder minder begrenzte **Ansammlung** von Leukocyten dar, welche als Infiltration in den Schleimhäuten oft vorkommen.

Die zweite, genauer begrenzte Form stellt sich in Gestalt kleiner **Knötchen** dar, welche in den Schleimhäuten teils einzeln, teils in grösserer Anzahl nebeneinander gelagert sind

(Solitärknötchen und gehäufte Knötchen). Dieselben entsprechen dem Baue nach vollkommen den Rindenknötchen der Lymphdrüsen. In denselben finden wir ebenso wie in den Lymphdrüsen Keimzentren, welche die in mitotischer Teilung begriffenen Lymphzellen enthalten, welche sodann teilweise in die Lymphgefässe gelangen, teilweise durch das Epithel wandern und die Oberfläche der Schleimhaut erreichen.

3. Die Milz.

Auch in dieser Blutgefässdrüse können wir ebenso wie in den Lymphdrüsen den bindegewebigen Teil, welcher das ganze Organ bedeckt und überdies Fortsetzungen in das Innere desselben entsendet und die sog. Milzpulpa unterscheiden, die aus adenoidem Gewebe besteht.

Die Kapsel ebenso wie die von derselben in das Innere ausgehenden Milzbalken bilden eine Art Gerüst für das ganze Organ und bestehen aus faserigem Bindegewebe, welchem glatte Muskelelemente und elastische Fasern beigemengt sind. Beim Menschen sind glatte Muskelzellen nur in geringer Menge vorhanden. Das Balkensystem (trabeculae lienis) besteht aus bindegewebigen Strängen und Lamellen, welche ein zusammenhängendes Ganze bilden. Ein Teil der Balken tritt mit den Gefässen am Hilus in Zusammenhang und bildet Scheiden für dieselben. Diese Gefässcheiden behalten ihre faserige Beschaffenheit im ganzen Verlaufe der Venen, in den Arterien dagegen geht, nachdem sie infolge wiederholter Verzweigungen ein bestimmtes Kaliber (ca. 0·25 mm) erreicht hatten, das fibrilläre Bindegewebe in retikuläres über. Dieses letztere Gewebe enthält in seinen Maschen dicht angesammelte Lymphkörperchen.

Eine solche aus adenoidem Gewebe bestehende Arterienscheide kann bei einigen Tieren (Nagern) eine kontinuierliche Lage um die Arterienwand bilden, bei anderen Tieren auf einzelne umschriebene Stellen beschränkt sein und kugelige oder ovoide Gebilde darstellen. In den letzteren Fällen tritt diese adenoide Scheide in Form follikelartiger Bildungen auf, welche Milzknötchen oder Malpighi'sche Körperchen heissen. Ist das adenoide Gewebe rings um die Arterie gleichmässig entwickelt, dann durchdringt die Arterie das Körperchen zentral, entwickelt sich dagegen das adenoide Gewebe auf einer Seite stärker, dann liegt die Arterie excentrisch. Am Querschnitt der Milz treten die Malpighi'schen Körperchen als graue, runde

Gebilde auf, deren Durchmesser 0.2—0.7 mm beträgt. Die Malpighi'schen Körperchen lagern sich mit Vorliebe an der Stelle der Verästelung der Arterien und weisen Keimzentren auf, in welchen sich die Leukocyten vermehren.

Das in den Maschen des Balkensystems befindliche Pulpagewebe zeigt den Bau des adenoiden Gewebes. Es hat nur die besondere Eigenheit, dass es neben den gewöhnlichen Lymphkörperchen grosse mehrkernige Zellen, in welchen sich rote Blut-

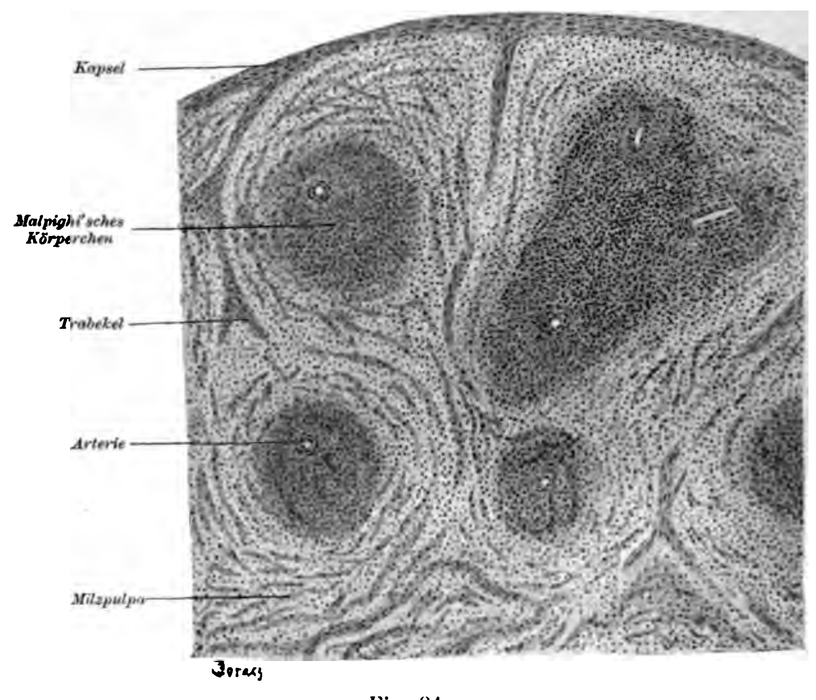


Fig. 84

Stück eines Schnittes durch die Milz eines Affen.
Ca. 60 mal vergrössert.

körperchen und körniges Pigment befindet, und überdies kernhaltige rote und fertige (kernlose) rote Blutkörperchen enthält. Die Pigmentkörnchen, welche frei oder innerhalb der Leukocyten vorkommen, rühren wahrscheinlich von zerfallenen abgestorbenen roten Blutkörperchen her. Das adenoide Gewebe der Pulpa unterscheidet sich von dem adenoiden Gewebe der Malpighi'schen Körperchen eben dadurch, dass es neben den Lymphkörperchen die soeben erwähnten verschiedenen Bestandteile enthält.

Einige Autoren betrachten die Milz als ein Organ, in welchem einerseits die Bildung roter Blutkörperchen, andererseits der Zerfall und die Destruktion der veränderten und zur Erfüllung ihrer Funktion untauglichen, roten Blutzellen vor sich geht. Sie halten sich zu der ersten Annahme aus dem Grunde für berechtigt, weil die Milzpulpa kernhaltige rote und kernlose rote Blutzellen enthält, zur zweiten Annahme führt sie die Thatsache, dass oft Trümmer roter Blutkörperchen innerhalb der Lymphkörperchen vorgefunden werden.

Das Verhalten der Gefässe in der Milz zeigt gewisse Eigentümlichkeiten. Die Arterien zeichnen sich dadurch aus, dass sie untereinander nicht anastomosieren, dass ihre Adventitia oft einen lymphoiden Charakter zeigt, indem sie die sog. Malpighi'schen Körperchen bildet und dass sie schliesslich pinselartig (Penicilli) in mehrere Endarterien zerfallen; unterwegs gehen von den Arterien Äste ab, welche die Kapsel, die Balken und die Pulpa versorgen.

In ihrem Verlaufe durch die adenoide Scheide geben die Arterien an dieselbe reichliche Äste ab, welche in dünne Kapillaren zerfallen. Diese verlaufen gegen die Peripherie der Malpighi'schen Körperchen und treten, indem sie dieselbe überschreiten, in die Milzpulpa ein. Hier gehen sie in die Venen über. Die Art des Überganges der Arterien in die Venen ist noch immer eine strittige Frage. Nach der Ansicht einiger Autoren (Billroth, Schweigger-Seidel, Kölliker, Wedl, Toldt, Retzius, Thoma, u. a.) münden die Kapillaren direkt in die Venen ein, nach anderen (Stieda, W. Müller, Frey, Henle, Hoyer, Bannwarth, Kultschitzky u. a.) geschieht dieser Übergang durch Vermittelung des sog. Lakunensystems oder der sog. intermediären Blutbahn der Milz, in welche die Kapillaren übergehen indem sie sich trichterförmig erweitern. (Siehe Taf. VI. Fig. 85). Andererseits nehmen in dieser letzteren kleine Venen ihren Anfang.

Diese zwischen die Arterien und Venen eingeschalteten, intermediären Räume sind nach Ansicht einiger Autoren mit Epithel ausgekleidet, so dass sie ein allseitig geschlossenes System darstellen. Nach der Ansicht der Mehrheit der Autoren dagegen besitzen diese Lakunen keine eigene Wandung oder wenigstens keine ununterbrochene Wand, so dass das Blut, welches die Kapillaren durchfloss, sich frei in die Zwischenräume der Milzpulpa ergiessen kann. Diese letzteren Autoren stützen ihre Ansicht

nicht nur auf die Thatsache, dass bei den vorsichtigsten Injektionen der Blutgefässe die Masse in die Milzpulpa dringt, sondern auch auf das konstante Vorhandensein von roten Blutkörperchen in der Milzpulpa. Nach der letzteren Ansicht stehen auch die ersten Anfänge der Venen in die Milzpulpa offen. Die Venen, welche ausser dem Epithel keine selbständigen Wandungen besitzen, stehen mit den Balken im engen Zusammenhange, indem sie von denselben eine Art muskulöser Scheide erhalten, wobei die Muskelbündel sich längs des Gefässes lagern. Die Epithelzellen der Milzvenen sind von eigentümlicher Beschaffenheit. Es sind dies abgeplattete, spindelförmige Zellen von streifiger Struktur, welche samt ihren Kernen stark gegen das Venenlumen vorspringen.

Die Lymphgefässe sind spärlich und verlaufen teils oberflächlich, teils tief. Ihr Verhalten ist jedoch nicht genau erforscht.

Die überwiegend marklosen Nervenfasern endigen teilweise in den Muskeln der Gefässe und der Milzbalken, teilweise bilden sie Geflechte in der Milzpulpa selbst.

4. Die Thymus.

Die Thymus ist ein drüsenähnliches Organ, dem wir nur bei Embryonen und jungen Tieren beziehungsweise Kindern begegnen. Mit dem Alter bildet sie sich zurück und nach dem

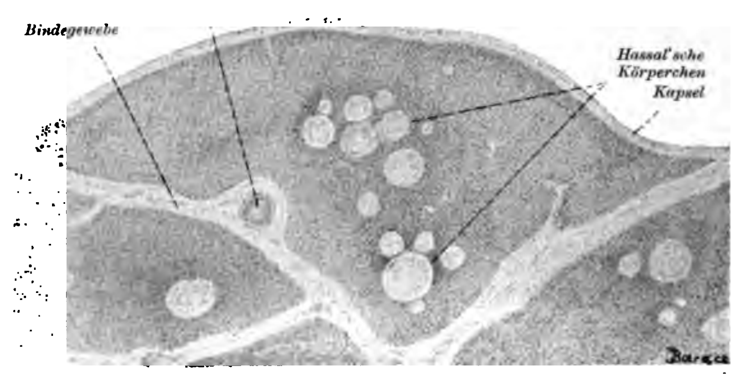


Fig. 86.

Durchschnitt einiger sekundären Läppchen der Thymus eines sechsmonatlichen Kindes.

Ca. 50 mal vergrössert

zwanzigsten Lebensjahre finden wir beim Menschen bloss bindegewebige Reste dieses Organes.

In den ersten Lebensjahren stellt jeder Lappen der Thymus einen Komplex kleinerer Läppchen (in der Grösse von 0·5—1 cm) dar, welche durch bindegewebige, mit der bindegewebigen Hülle des ganzen Organs sich verbindender Scheidewände von einander getrennt sind. Diese Läppchen bestehen aus noch kleineren Läppchen (ca. 1 mm), zwischen welchen ebenfalls bindegewebige Septa bestehen. Den Inhalt dieser feinsten Läppchen bildet das adenoide Gewebe, welches an der Peripherie der Läppchen gefässreicher ist und dichter gelagerte Leukocyten enthält, als die mittlere Partie. Deshalb können wir auch an Präparaten

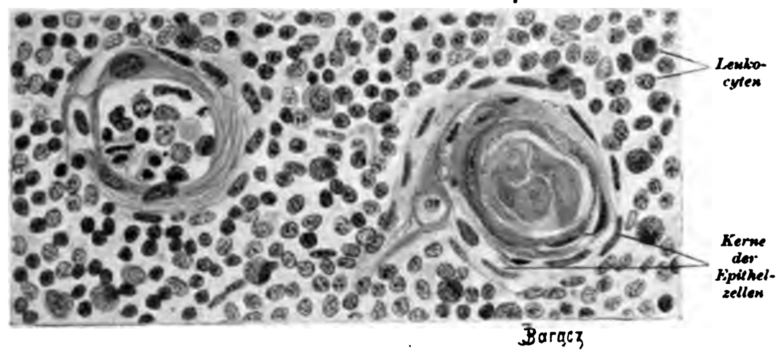


Fig. 87.

Zwei Hassal'sche Körperchen aus einem Schnitte durch die Thymus-Drüse eines 6 Monate alten Kindes.

Ca. 470 mal vergrössert.

die dunklere Rindensubstanz von der helleren Marksubstanz unterscheiden.

Die Thymus ist epithelialen Ursprungs, es entwickelt sich jedoch in ihr bald adenoides Gewebe. Es ist sehr wahrscheinlich, dass die sog. Hassal'schen konzentrischen Körperchen, welche in der Marksubstanz auftreten, und von sehr wechselnder Grösse sind, Überreste der epithelialen Anlage der Thymus darstellen. (Stieda, His, Maurer u. a.) Die Peripherie derselben besteht aus konzentrisch zwiebelschalenartig gelagerten abgeplatteten Zellen und die zentrale Partie enthält gewöhnlich Kern- und Zellentrümmer.

Nach Afanassiew sollen die Hassal'schen Körperchen aus dem Gefässepithel hervorgehen. Dasselbe bewirkt nämlich,

indem es wuchert, die Verstopfung des Gefässlumens, was die Involution des Organes zur Folge hat.

Es scheint, dass die Thymus ursprünglich an der Bildung der roten und weissen Blutkörperchen teilnimmt; hierauf dürfte die Anwesenheit kernhaltiger roter Blutzellen und mitotischer Teilungen hinweisen.

Die Arterien, welche in das Innere der Läppchen gelangen, zerfallen an der inneren Grenze der Rindensubstanz in ein feines Kapillarnetz, welches die Rindensubstanz versorgt. Der grössere Teil dieser Kapillaren giebt den Venen, welche interlobulär verlaufen, den Ursprung, ein Teil dagegen geht in Venen über, welche in der Marksubstanz liegen.

Das Verhalten der Lymphgefässe ist nicht genügend erforscht.

Die Nerven bilden an den Gefässen und in bindegewebigen Septen feine Geflechte und nur sehr spärliche Fäserchen endigen innerhalb des Markes.

5. Die Schilddrüse (Glandula thyreoidea).

Die Schilddrüse ist eine alveoläre Drüse ohne Ausführungsgang, eine Drüse mit innerer Sekretion. (Siehe Allgemeines über Drüsen pag. 37). Sie besteht erstens aus einem bindegewebigen Gerüst, welches in Form einer äusseren Kapsel, in Form von Scheidewänden, welche die Drüse in Läppchen teilen, schliesslich in Form von Septen, welche die einzelnen Bläschen oder Follikel trennen, auftritt; der zweite Bestandteil ist das Drüsengewebe. Dieses besteht aus einschichtigem, kubischem oder cylindrischem Epithel, welches die Wände der Follikel auskleidet. (Fig. 88.) Die Epithelzellen enthalten oft schwächer oder stärker lichtbrechende Körnchen. Nicht alle Histologen nehmen eine eigentliche Membrana propria ausserhalb der Epithelwand an.

Die Follikel sind mit einer zähflüssigen, homogenen Colloidsubstanz ausgefüllt, welche sich eindicken kann. Die den Follikelinhalt bildende Colloidmasse ist ein Sekretionsprodukt der Epithelzellen, die Sekretionsart ist jedoch noch nicht hinreichend erforscht. Die früher von einander unterschiedenen zwei Arten von Zellen, nämlich die Haupt- und Colloidzellen (Langendorff) scheinen bloss verschiedene Funktionszustände derselben Zellen zu sein. Während der Sekretion sollen nämlich die Hauptzellen durch die allmähliche colloide Umwandlung ihres Inhaltes in Colloidzellen übergehen. Die letzteren Zellen stossen

ihren Inhalt in das Follikellumen aus. Die Ansicht, dass die Colloidmasse sich bei gleichzeitigem Zugrundegehen der Zellen bilden könne, wobei sich dieselben gänzlich in Colloidmasse umwandeln sollen, findet keine Bestätigung.

Das Sekret der Schilddrüse gelangt in den Blutkreislauf, was physiologisch nachgewiesen ist. Die Autoren sind jedoch darüber nicht einig, auf welche Art der colloide Inhalt der Follikel in die Lymph- bezw. Blutbahnen übertritt. Die einen behaupten (Hürthle), dass dies durch besondere Intercellulargänge, durch Epithelspalten, welche die Lymphwege mit dem Binnen-

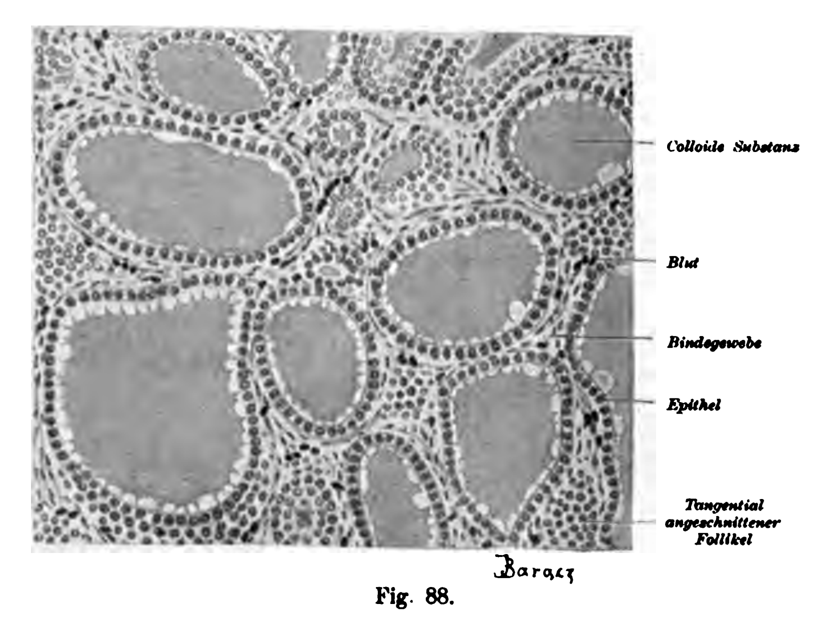


Fig. 88.

Stück eines Schnittes durch die Schilddrüse des Menschen.
Ca 180 mal vergrössert.

raum der Follikel verbinden, zustande kommt, andere dagegen, dass hierzu die Schmelzung des Epithels nötig ist, wodurch der Durchbruch und Erguss der Colloidmasse durch die entstandene Lücke in der Epithelwand in die Lymphräume erfolgt (Biondi, E. Schmid). Obwohl jedoch die Wege, auf welchen der Abfluss der Ausscheidungsprodukte erfolgt, bis heute mit aller Gewissheit noch nicht bekannt sind, so ist doch einerseits die resorbierende Thätigkeit der den Epithelzellen unmittelbar anliegenden Blutkapillaren wahrscheinlich, andererseits können bei der Resorption auch die Lymphgefässe eine Rolle spielen, denn es wurde haupt-

sächlich in denselben das Vorkommen einer mit dem Colloid vollkommen identisch sich verhaltenden Substanz sichergestellt (Zielinska). Das interfolliculäre Bindegewebe ist Träger der Blut- und Lymphgefässe und der Nerven.

Die Blutgefässe bilden ein reichliches Kapillarnetz, welches die Follikel dicht umflicht. Die Lymphgefässe bilden gleichfalls perifolliculäre Netze.

Ein Teil der in die Drüse eintretenden Nerven endigt als Gefässnerven, ein Teil dagegen bildet perifolliculäre Geflechte, deren Fibrillen an der basalen Fläche der Zellen knopfförmig endigen.

6. Die Nebenniere (Glandula suprarenalis).

Schon mit dem freien Auge unterscheiden wir in der Nebenniere die Rinden- und die Marksubstanz.

Die Rindensubstanz weist einen radiären Bau auf, welcher bedingt ist durch die strahlenförmige Lagerung des bindegewebigen Gerüstes. Das letztere erscheint in Form von Lamellen und Balken, welche sich miteinander vereinigen. Dieses Gerüst ist eine Fortsetzung der bindegewebigen Kapsel der ganzen Drüse in das Parenchym. Die Kapsel enthält elastische Fasern und glatte Muskelfasern.

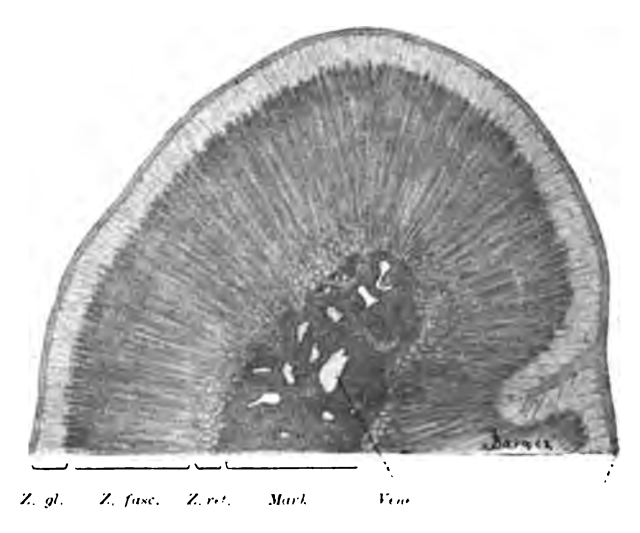


Fig. 89.

Stück eines Querschnittes durch die Nebenniere des Hundes.

Z. gl. Der Zona glomerulosa entsprechende Partie. Ca. 22 mal vergrössert.

Die innerhalb des Gerüstes gelagerten Epithelzellen haben verschiedene Formen und sind verschieden gruppiert. Auf dieser Grundlage kann man die Rindensubstanz gewöhnlich in drei Lagen teilen, in die: 1. Zona glomerulosa, 2. Zona fasciculata und 3. Zona reticularis. (Fig. 89.) Die erste und äusserste Lage besitzt cylindrische oder kegelförmige Epithelzellen, welche zu rundlichen, von der benachbarten Schicht vollkommen abgegrenzten Ballen (Zellennestern) gruppiert sind. Die mittlere Lage weist radiär verlaufende Säulen (Zellenstränge) von polygonalen, rundlich eckigen Epithelzellen auf. In der innersten Lage anastomosieren diese Zellenstränge untereinander, was eine netzartige Anordnung derselben bewirkt. Die Zellen der letzten Lage sind jenen der mittleren ähnlich, enthalten jedoch oft braune Pigmentkörnchen. Die Zellen der ganzen Rindenschicht besitzen ein körniges Protoplasma und enthalten gewöhnlich zahlreiche Fetttröpfchen. Manchmal gelangt jedoch die Zona glomerulosa nicht zur Entwickelung. In diesen Fällen (z. B. beim Pferde, Hunde) reichen die Zellenstränge der Zona fasciculata bis zur Oberfläche, wo sie gewöhnlich zu zweien dicht unter der Kapsel bogenförmig zusammenhängen. (Fig. 90.)

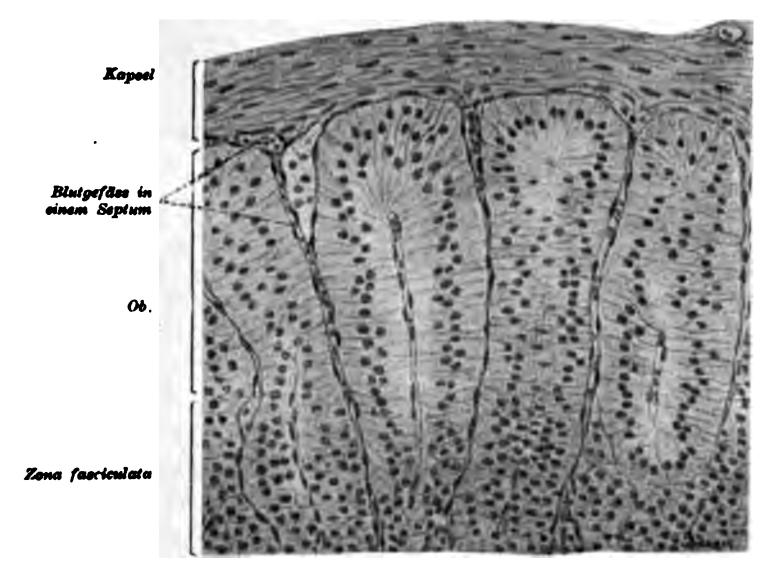


Fig. 90.

Aus der Rindensubstanz der Nebenniere des Hundes.

Ob. = die oberflächliche Partie, in welcher die Zellenstränge bogenförmig zusammenhängen. Ca. 245 mal vergrössert.

Die **Marksubstanz** besteht aus Zellensträngen, welche untereinander sich netzartig verbinden und von zahlreichen Gefässen umgeben sind. Auch diese Zellen sind granuliert, haben jedoch die charakteristische Eigentümlichkeit, dass sie sich unter dem Einflusse der Chromsäure braun färben.

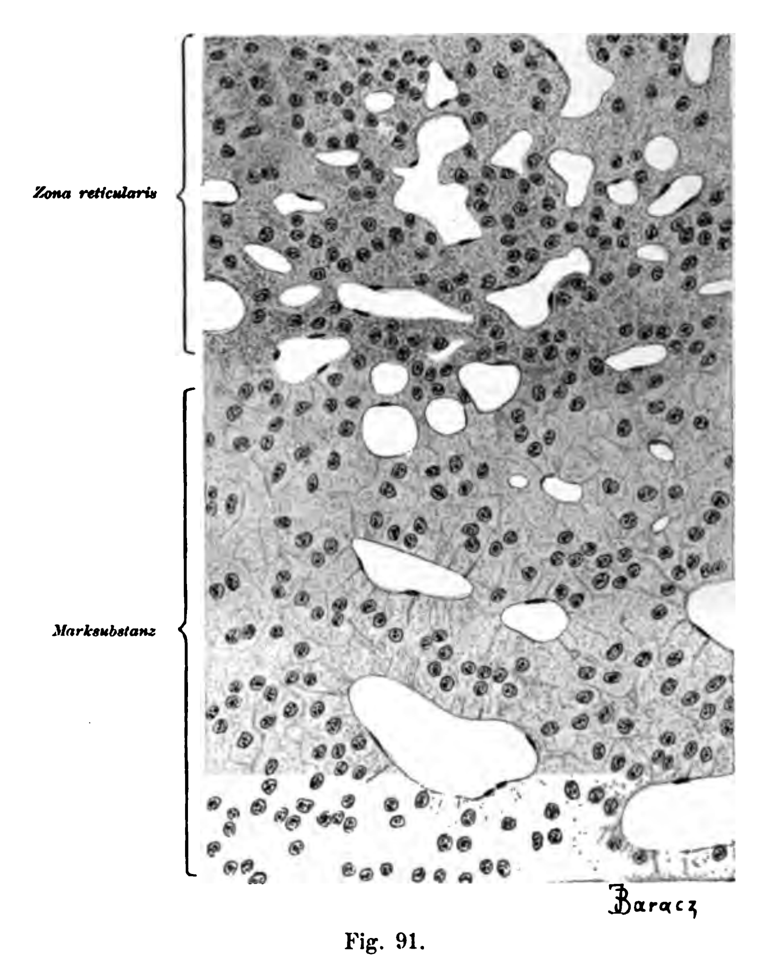


Fig. 91.

Aus der Marksubstanz der Nebenniere des Hundes.

Ca. 385 mal vergrössert.

Diese Zellen weisen oft hinsichtlich der Intensität der Färbung mit Chromsäure grosse Unterschiede auf, was wahrscheinlich von dem verschiedenen physiologischen Zustande der Zellen abhängig ist. Die Epithelzellen umgeben oft die Kapillargefässe ringsum wie einen Drüsengang. (Fig. 91.) Diese Drüsenzellen geben die

durch dieselben produzierte, physiologisch wirkende Substanz an das durch die Kapillargefässe durchfliessende Blut ab, wie dies Cybulski nachgewiesen hat; die Nebenniere ist demnach den Drüsen mit innerer Sekretion beizuzählen.

Die Arterien zerfallen schon in der Kapsel in feine Ästchen, welche innerhalb des bindegewebigen Balkens und der Lamellen in das Innere der Drüse vorrücken und daselbst Kapillarnetze bilden. Zur Marksubstanz angelangt, treten sie in ein sehr enges Verhältnis zu den Drüsenzellen und vereinigen sich zu Venen, welche sodann eine grössere Nebennierenvene bilden.

Die Lymphgefässe bilden zahlreiche Kapillarnetze, welche innerhalb des bindegewebigen Gerüstes verlaufen. Sie stehen in nahen Beziehungen sowohl zu den Zellen der Rinden- als auch der Marksubstanz, sie umflechten sogar oft die Drüsenzellen (Stilling).

Überwiegend marklose Nerven durchdringen in bedeutender Menge die Kapsel und gelangen in die Marksubstanz. Auf dem Wege durch die Rindensubstanz geben sie feine Ästchen ab, welche an der Oberfläche der Zellengruppen endigen. In der Marksubstanz ist das Nervengeflecht viel reichlicher. Ein Teil der Nervenfasern endigt in den Gefässwänden, der grössere Teil jedoch bedeckt die Drüsenzellen mit einem dichten Geflecht und endigt zwischen den Zellen. Vor allem in der Marksubstanz kommen Gruppen von sympathischen Ganglienzellen vor.

7. Hirnanhang (Hypophysis cerebri).

Derselbe besteht bei ausgewachsenen Säugetieren aus zwei Lappen. An dieser Stelle werden wir uns vor allem mit dem vorderen grösseren Läppchen befassen, welches einen drüsigen Bau besitzt.

Das hintere Läppchen enthält vorwiegend Neuroglia-elemente, ausserdem auch Zellen, deren Natur ungewiss ist. Einige Autoren halten sie für Nervenzellen und wollen auch Nervenfasern gesehen haben. In diesem hinteren Lappen kommen auch Elemente vor, welche ihm wenigstens teilweise den Charakter einer Drüse verleihen.

Der vordere Lappen dagegen besteht aus soliden Drüsenbläschen und Drüsenschläuchen, welche sich teilen und durch dünne bindegewebige Septen, sowie durch breite Kapillargefässe voneinander geschieden sind. (Fig. 92.) Diese Drüsenschläuche bestehen aus Epithelzellen, deren Drüsennatur keinem

Zweifel unterliegt. Es sind dies rundliche oder, aus Anlass des Druckes benachbarter Zellen, mehr polyedrische Zellen. Einige Autoren unterscheiden zwei Zellformen: die einen, von dunklerem Aussehen, sind grösser, körnig, zeigen eine grössere Affinität zu einigen Farbstoffen und heissen chromophile Zellen; die anderen sind dagegen kleiner und hell. Beide Zellenarten sind mehr oder weniger gleichmässig verteilt. Andere Autoren bestreiten das Bestehen zweier Arten von Zellen, behaupten vielmehr, dass die Unterschiede im Aussehen und im Verhalten gegen Reagentien die Folge funktioneller oder postmortaler und durch ungleich-

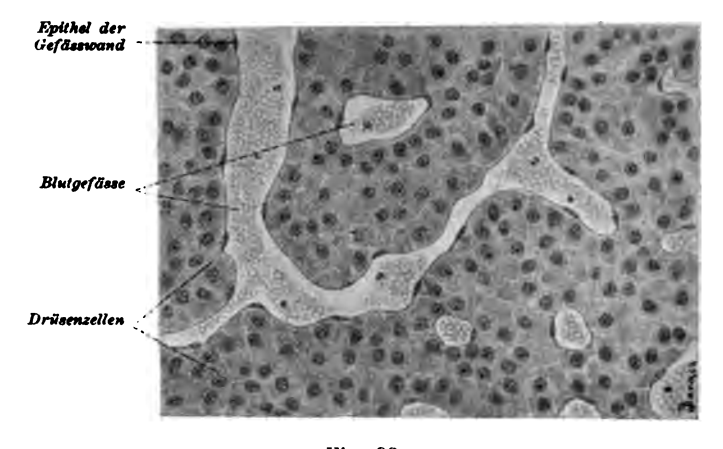


Fig. 92.

Aus einem Schnitt der Hypophysis cerebri des Hundes.
Ca. 300 mal vergrössert.

mässige Einwirkung der Fixierungsflüssigkeiten veranlasster Änderungen sind.

In der hinteren Partie des Vorderläppchens und manchmal auch innerhalb des hinteren Läppchens befinden sich hohle Drüsenschläuche und Follikel, welche (ähnlich wie in der Schilddrüse) mit colloider Substanz ausgefüllt oder mit Flimmerepithel ausgekleidet sind.

Auffallend ist die enge Beziehung der Drüsenelemente zu den Kapillaren. Dieselbe ist natürlich mit der sekretorischen Thätigkeit des Organes in Zusammenhang zu bringen. Die Drüsennatur dieses Organes hat auch die Physiologie bestätigt, indem sie die wichtige Wirkung der durch dieses Organ produzierten Substanz erkannt hat. Da ein eigentlicher Ausführungs-

gang fehlt, haben die Blutgefässe die Aufgabe der Abführungswege übernommen. Dieses Organ muss also der Kategorie der Drüsen mit innerer Sekretion beigezählt werden.

8. Carotidenknötchen (Glomus caroticum).

Das Carotidenknötchen ist ein winziges, beim Menschen weizenkorngrosses Gebilde, welches aus einer Wucherung der Gefässwand der Carotis herstammt und deshalb an dieser Stelle beschrieben wird. Dasselbe liegt in der Bifurkationsstelle der Carotis communis und ist von einer bindegewebigen Scheide umgeben, welche Züge in das Innere sendet. Durch diese Züge, „Septen", wird das ganze Organ in einzelne Knötchen geteilt, welche gewöhnlich noch kleinere rundliche Abteilungen, die sog. Zellballen Schaper's aufweisen.

Das Carotidenknötchen ist sehr reichlich mit Blutgefässen versorgt. Von der Carotis tritt eine Arterie in dasselbe hinein, teilt sich in mehrere Ästchen, deren jedes einen Zellballen versorgt, indem es in demselben in Kapillaren zerfällt. Diese Kapillaren anastomosieren miteinander und bilden ein dichtes, knäuelartiges Geflecht. An der Peripherie des Zellballens gehen sie in mehrere Venenästchen über. Diese Venen treten mit den Venen anderer Zellballen in Verbindung und, indem sie an der Oberfläche des Organs einen Plexus bilden, führen sie mit mehreren Ästen das Blut aus dem Organe ab. Innerhalb der Zellballen liegen zwischen den Kapillaren protoplasmareiche, den Epithelzellen ähnliche Zellen von polyedrischer oder rundlicher Gestalt, welche dem Epithel der Kapillaren direkt anliegen, ja gewöhnlich die letzteren allseitig umlagern. Die Zellen scheinen bindegewebigen Ursprungs zu sein und sind Reagentien gegenüber sehr empfindlich. Die enge Beziehung dieser Zellen zu den Blutkapillaren lässt vermuten, dass es sich vielleicht um eine physiologische Wechselbeziehung zwischen denselben handelt. Diese epitheloiden Zellen liegen häufig gruppenweise innerhalb der Maschen des bindegewebigen Reticulums.

Im höheren Alter nehmen diese Zellen an Masse ab, indem sie zerfallen, dagegen tritt eine Vermehrung des Bindegewebes und der Blutgefässe ein (Schaper).

Zahlreiche markhaltige, wie auch marklose Nervenfasern gelangen bis in das Innere der Zellballen. Ganglienzellen sind spärlich vorhanden.

9. Steissdrüse (Glomus coccygeum).

Dieses Organ sitzt der Arteria sacralis media auf, welche nach dem Eintritt in dasselbe in mehrere Ästchen zerfällt. In ihrem Verlaufe weisen dieselben häufige sackförmige Ausbuchtungen auf, welche hauptsächlich an den Kapillaren und Venen vorkommen. Sonst stimmt dieses Organ im Bau im wesentlichen mit dem Carotidenknötchen überein, ist jedoch kleiner als dieses. Wir finden hier ähnliche polygonale, protoplasmareiche Zellen, welche zu den Gefässen in derselben engen Beziehung stehen. Auch an Nerven ist die Steissdrüse reich.

II. Verdauungssystem.

Das ganze Nahrungsrohr ist mit Schleimhaut ausgekleidet. Unter Schleimhaut verstehen wir eine weiche Haut, welche aus Epithel und Bindegewebe besteht. Diese Haut ist wegen der in oder unter ihr zerstreut liegenden Drüsen gewöhnlich feucht.

Das Epithel ist entweder ein- oder mehrschichtig; im letzteren Falle unterliegt das oberflächlich gelegene Epithel im Darmtraktus nur ausnahmsweise der Verhornung. Unter dem Epithel liegt der bindegewebige Teil der Schleimhaut, die Tunica propria s. Stratum proprium.

Unmittelbar unter dieser letzteren finden wir eine ebenfalls bindegewebige, jedoch mehr lockere Schicht, die Tela submucosa s. Stratum submucosum. Eben diese Schicht enthält hauptsächlich Drüsen. Die Aufgabe der Submucosa ist die ganze Schleimhaut mit den tiefer liegenden Partien zu verbinden.

A. Die Mundhöhle.

1. Die Schleimhaut der Mundhöhle.

Das Epithel der Mundhöhle ist ein mehrschichtiges Pflasterepithel. Dasselbe unterliegt in der Regel nicht der Verhornung, und vermissen wir deshalb auch hier gewöhnlich das Auftreten der Schichten, wie solche bei der verhornten Epidermis als Stratum granulosum und Stratum lucidum ausgeprägt sind.

Die Tunica propria besteht aus sich kreuzenden Bündeln von Bindegewebsfasern, denen ziemlich zahlreiche elastische Fasern beigemengt sind. An der Oberfläche bildet die Tunica propria Erhabenheiten, sog. Papillen, von denen die höchsten sich

am roten Lippenrande und am Zahnfleisch (bis $^1/_2$ mm Höhe) befinden. (Taf. VII.) Am roten Lippenrande finden wir Talgdrüsen; im übrigen sind Drüsen hier nur ausnahmsweise vorhanden.

Überdies finden wir in der Tunica propria die Ausführungsgänge der Schleimdrüsen (gland. buccales, palatinae et labiales), deren Körper in der Submucosa liegt. Es sind verästelte tubulöse Drüsen, deren Ausführungsgänge gewöhnlich mit mehrschichtigem Pflasterepithel ausgekleidet sind. Die Einzelnheiten des Baues der Drüsentubuli werden wir weiter unten, zusammen mit grösseren Drüsen der Mundhöhle beschreiben.

Die aus lockerem Bindegewebe bestehende Tela submucosa enthält nur spärliche elastische Fasern. Nur ausnahmsweise ist dieselbe derber und weniger nachgiebig; so namentlich am harten Gaumen und am Zahnfleisch. Die Blutgefässe bilden zwei zur Oberfläche mehr weniger parallele Netze. Das untere, aus weiteren Gefässen und Maschen bestehend, liegt in der Submucosa, das obere feinere und engmaschige, welches seine Existenz feinen, von dem tiefen Netze nach oben sich abzweigenden Gefässchen verdankt, liegt in der Tunica propria. Aus diesem Netze zweigen sich sehr feine Ästchen zu den Papillen ab, indem sie teilweise in Kapillarnetze zerfallen, teilweise einfache Schlingen bilden. Die Lymphgefässe verhalten sich ganz ähnlich wie die Blutgefässe. Die Gefühlsnerven endigen in der Schleimhaut grösstenteils in zweifacher Form: in den Papillen als Krause'sche Endkolben und im Epithel als freie intraepitheliale Nervenendigungen. (Näheres siehe Nervenendigungen.)

2. Die Zähne.

Die Zähne stellen beim Menschen und bei höheren Tieren Hartgebilde dar, deren einer Teil in der Alveole des Kiefers steckt und Zahnwurzel heisst, der andere dagegen nach aussen hervorragt und Zahnkrone genannt wird. Beide Teile vereinigen sich in dem sog. Zahnhals, welch' letzterer mit Zahnfleisch bedeckt ist.

Die Zähne bestehen aus drei harten Substanzen: 1. dem Schmelz, 2. dem Zahnbein, 3. dem Zement. Diese Substanzen begrenzen die im Inneren des Zahnes liegende Höhle, die sog. Pulpahöhle (Zahnhöhle). Die Pulpahöhle verlängert sich in der Wurzel in den Wurzelkanal, durch welchen Gefässe und Nerven in die Pulpa von unten eintreten und durch welchen die Pulpa mit dem Periost der Alveole im Zusammenhang steht.

Die Zahnpulpa besteht aus feinfaserigem, zellenreichem Bindegewebe und zeichnet sich durch ihren Reichtum an Blutgefässen und Nerven aus. An der Oberfläche der Pulpa sind grosse Zellen — die Odontoblasten — schichtweise neben einander gelagert. (Fig. 94.) Diese Zellen von länglicher Gestalt enthalten die Kerne gewöhnlich in der unteren Hälfte und entsenden einen, seltener mehrere Ausläufer nach aussen in das dieselben umgebende Zahnbein. Diese Ausläufer bilden die Zahnfasern innerhalb des Zahnbeines. Überdies gehen von den Odontoblasten in der Richtung gegen die Pulpa Ausläufer aus, welche sich mit Elementen der Pulpa verflechten.

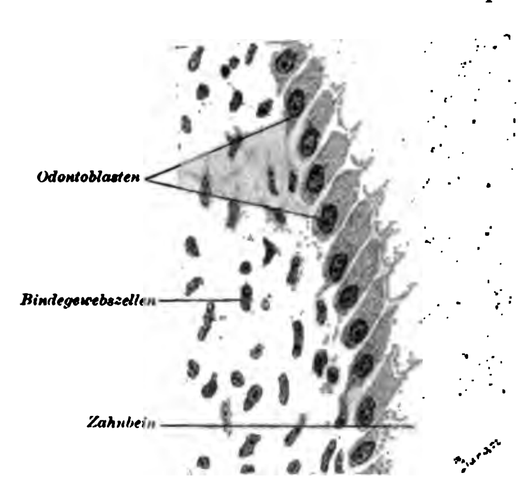


Fig. 94.

Aus einem Längsschnitte der Krone eines Milchzahnes vom Neugeborenen.

Es ist die Grenze von Pulpa und Zahnbein zu sehen. Ca. 500 mal vergrössert.

Die ganze Pulpa ist ringsum durch das Zahnbein begrenzt, welches die Hauptmasse des Zahnes bildet. Die ganze Oberfläche des Zahnbeines ist von zwei anderen Hartgebilden bedeckt und zwar in der Krone vom Schmelz, in der Wurzel vom Zement. Schmelz und Zement stossen im Zahnhals an einander.

Das Zahnbein (Dentin, substantia eburnea) ist eine Art Knochengewebe, unterscheidet sich jedoch von dem gewöhnlichen Knochen dadurch, dass die Zellen dieses Gewebes nicht in Höhlen der Grundsubstanz, sondern ausserhalb derselben liegen.

Die Zellenkörper liegen nämlich auf der Oberfläche der Pulpa dicht am Dentin, so dass das Zahnbein selbst bloss Ausläufer dieser Zellen, die sog. Zahnfasern enthält, welche von der Grundsubstanz umschlossen sind und in den Zahnkanälchen liegen.

Diese Zahn- oder Dentinkanälchen beginnen an der der Pulpahöhe zugekehrten Oberfläche des Zahnbeines, und verlaufen radiär gegen die äussere Oberfläche des Zahnbeines in

leicht S förmiger Krümmung. Dieselben sind unmittelbar an der Pulpa 2·5—5 μ dick, werden jedoch im Verlaufe dünner, indem sie mehrmals der Teilung unterliegen. In der Nähe der äusseren Oberfläche des Zahnbeines werden die Kanälchen cca. 0·6 μ dick. Sie verlaufen leicht geschlängelt und geben auf alle Seiten sehr zahlreiche und feine Seitenäste ab, mittelst deren sie sich mit den Nachbarkanälchen verbinden. Die Seitenäste sind gewöhnlich $^1/_3$—$^2/_3$ μ dick.

Ein zum Verlaufe der Zahnkanälchen quer geführter Schliff stellt den Verlauf und das Verhalten der Seitenäste am deutlichsten dar. Fig. 95 zeigt, dass die letzteren oft Kanälchen, welche sich nicht unmittelbar nebeneinander befinden, verbinden, indem sie an den Nachbarkanälchen vorbeigehen.

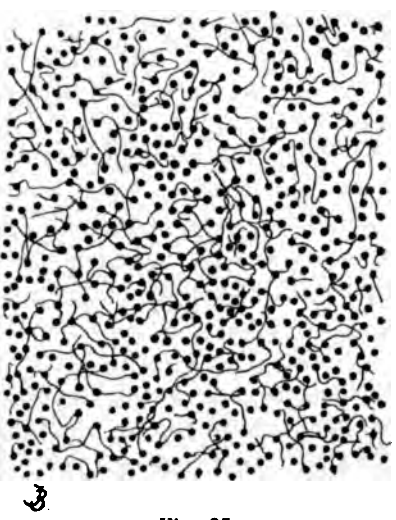


Fig. 95.

Aus einem Schliffe durch die nahe der Pulpa liegende Partie des Zahnbeins eines menschlichen Eckzahnes, welches mit Farbstoff imprägniert war.

Die Zahnkanälchen sind quergeschliffen, die Seitenäste verbinden die letzteren. Ca. 400 mal vergrössert.

Das Verhalten der Hauptzahnkanälchen, sowie der Seitenäste ist für die verschiedenen Zahnpartien charakteristisch. (Vergl. Tafel VIII, IX, X.) In den der Pulpa näheren Partien zweigen sich die Seistenäste unter einem beinahe rechten Winkel, in den mehr peripherischen Partien des Dentins dagegen unter einem spitzen Winkel ab, indem sie einen Bogen beschreiben. In den der Pulpa näher liegenden Partien des Dentins gehen weniger Seitenkanälchen ab als in den peripherischen.

In der Krone haben die Hauptkanälchen einen mehr geradelinigen Verlauf und teilen sich nur selten in Kanälchen von gleichem Kaliber. Im Zahnhals verlaufen die Hauptkanälchen leicht wellenförmig. In der Wurzel endlich erinnert der Verlauf derselben an eine gebrochene Linie und wir finden zahlreiche Teilungen in gleichkalibrige Äste (Szymonowicz).

Die letzten peripherischen Enden der Hauptkanälchen verhalten sich je nach der Gegend, in welcher sie liegen, verschieden.

In der Krone dicht unter dem Schmelz zerfallen die Hauptkanälchen auf einmal fingerartig in mehrere Äste. (Taf. VIII.) Einige derselben überschreiten die gewöhnlich nicht geradelinig verlaufende Grenze zwischen Schmelz und Dentin, treten zwischen die Schmelzprismen ein und verlaufen noch 10—40 μ weit innerhalb der dieselben verbindenden Kittsubstanz. (Fig. 100.) An den Enden solcher Kanälchen kann man manchmal keulenförmige Erweiterungen bemerken. Andere Hauptkanälchen und zwar der überwiegende Teil derselben enden blind an der Grenze des Schmelzes.

In den unteren Teilen des Zahnes überschreiten die Hauptkanälchen das Dentin nicht, sondern enden blind an der Grenze des Zementes oder der Tomes'schen Körnerschicht, indem sie manchmal bis zu den mit unverkalkter Grundsubstanz erfüllten Räumen dieser Schicht reichen. (Fig. 99.) Nur selten biegen sich die Enden der Kanälchen innerhalb der Grundsubstanz ab und bilden dann mit dem entsprechenden Ende eines Nachbarkanälchens eine Art Schlinge.

Die die Zahnkanälchen unmittelbar begrenzende Partie der Grundsubstanz zeichnet sich dadurch aus, dass sie härter und widerstandsfähiger ist; dieselbe bildet die sog. Neumann'schen Zahnscheiden.

Die Grundsubstanz selbst besitzt einen ähnlichen faserigen Bau, wie die des gewöhnlichen Knochens. Die leimgebenden Fibrillen sind zu Bündeln vereint, welche sich durchkreuzen und überwiegend in der Längsrichtung des Zahnes verlaufen.

Innerhalb des Dentins der Krone befindet sich dicht an der dem Schmelz zugekehrten Oberfläche eine Schicht von sog. Interglobularräumen. Es sind dies kleinere oder grössere zackige Lücken innerhalb der verkalkten Grundsubstanz, welche von einer weichen Substanz ausgefüllt sind. Diese Räume sind von halbkugeligen Hervorragungen des Dentins (Zahnbeinkugeln) begrenzt. Die Dentinkanälchen durchziehen ohne Unterbrechung die Substanz der Interglobularräume, welche, wie es scheint, der nicht verkalkten Grundsubstanz des Dentins entspricht. Die Interglobularräume sind höchst wahrscheinlich das Ergebnis der ungleichmässigen und unvollständigen Verkalkung des Zahnbeines.

In den unteren Teilen des Zahnes finden wir in der äusseren Partie des Dentins, welche an das Zement stösst, die sog. Tomes'sche Körnerschicht, welche nichts anderes ist als eine Lage sehr kleiner Interglobularräume. (Fig. 99.)

Der **Schmelz** (substantia adamantina, Email), das härteste aller Tiergewebe, enthält bloss 3—5% organischer Substanz, weshalb er auch in verdünnter Salzsäure fast ohne irgend einen Rückstand zu hinterlassen vollkommen löslich ist.

Er besteht aus sog. **Schmelzfasern**, welche in Form von sechsseitigen Prismen erscheinen und deshalb auch **Schmelzprismen** heissen. Dieselben reichen von der Zahnbeinoberfläche bis zur freien Schmelzfläche und sind am äusseren Ende dicker.

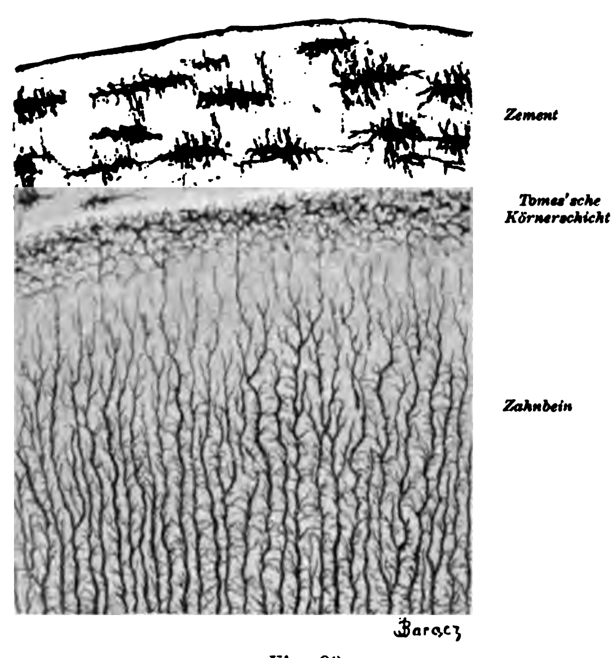


Fig. 99.

Stück eines Querschliffes durch einen Schneidezahn des Menschen in der Gegend der Wurzel.

Ca. 360 mal vergrössert.

Sie erscheinen gewöhnlich strukturlos; unter dem Einflusse von Reagentien jedoch oft quer gebändert. Die Richtung ihres Verlaufes ist im allgemeinen radiär und der Verlauf leicht wellenförmig. Sie liegen gedrängt neben einander und sind durch eine spärliche Kittsubstanz mit einander verbunden. Die Schmelzprismen sind im allgemeinen in parallelen Reihen geordnet, können sich jedoch auch bündelweise kreuzen und Wirbel bilden. (Fig. 100.)

Die Oberfläche des Schmelzes ist von einem sehr feinen (ungefähr 1 μ hohen) strukturlosen und sehr widerstandsfähigen Häutchen überzogen, welches als Cuticula dentis bezeichnet wird.

Das Zement (substantia ossea) (Fig. 99) ist ein echtes Knochengewebe, welches in den jugendlichen Zähnen in der

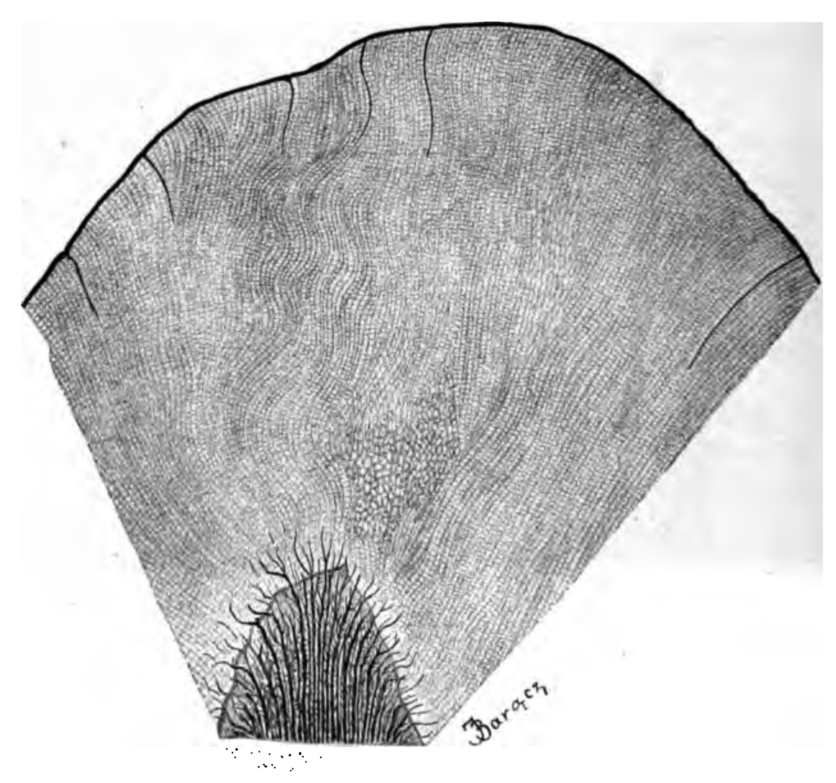


Fig. 100.

Längsschliff durch die Spitze eines menschlichen Eckzahnes (von einem 3½ Jahre alten Knaben).

Das Eindringen der Zahnkanälchen zwischen die Schmelzprismen und der Verlauf der letzteren sind sichtbar. Ca. 135 mal vergrössert.

Regel der Havers'schen Kanäle entbehrt und spärliche Knochenhöhlen enthält. Die letzteren fehlen in der Gegend des Halses ganz. Der lamellöse Bau ist selten erkennbar. Das Zement enthält sehr reichliche Sharpey'sche Fasern.

Was die Blutversorgung und die Innervierung der Zähne betrifft, so beschränken sich beide ausschliesslich auf die Zahn-

pulpa. Dieselbe zeichnet sich sowohl durch Reichtum an Blutgefässen als auch an Nerven aus.

In die Pulpa treten einige kleine Arterien ein, welche anfangs mit den Nerven verlaufen, sich in zahlreiche Ästchen, welche Geflechte mit länglichen Maschen bilden, teilen, schliesslich an der Peripherie in ein sehr dichtes und engmaschiges Kapillarnetz zerfallen, welches bis zur Odontoblastenlage reicht (Annell, Lepkowski).

Lymphgefässe in der Zahnpulpa sind nicht bekannt.

Die Nerven treten in einigen Bündeln in die Pulpa ein, steigen hier mehr in der Achse nach oben empor, indem sie sich unterwegs in Fasern auflösen. Diese Fasern bilden ein reichliches Geflecht, biegen sich ab, und verlaufen gegen die Peripherie der Pulpa, schliesslich verlieren sie die Markscheide und gelangen als feine marklose Fäserchen bis zwischen die Odontoblasten, um hier mit kleinen Anschwellungen frei zu endigen (Retzius).

Nach einigen Autoren sollen die Nervenfasern in die Zahnkanälchen des Dentins eindringen (Boll, Römer) und sogar die äusseren Partien des Zahnbeines und den Schmelz innervieren (Morgenstern); die letztere Angabe beruht jedoch offenbar auf einer Täuschung.

Die Entwickelung der Zähne.

Den Ausgangspunkt für die Entwickelung der Zähne bildet das Epithel der Kieferränder.

Im Beginne der siebenten Woche des Fötallebens wächst das Epithel in das tiefer liegende Bindegewebe in Form einer Leiste hinein, welche Zahnleiste genannt wird, weil sie im engen Zusammenhange mit der Zahnbildung steht. Es bilden sich nämlich schon im dritten Monate in gewissen Abständen am blinden Ende der Zahnleiste an ihrer labialen Seite kolbige Verdickungen des Epithels, welche die erste Anlage für die Milchzähne darstellen. (Fig. 101.) Gleichzeitig gehen im Bindegewebe gewisse Änderungen vor sich, welche darin bestehen, dass dichter gedrängte Bindegewebszellen dem epithelialen Kolben entgegenwachsen, denselben einstülpen und eben dadurch die Zahnpapille oder den Zahnkeim bilden. Infolge dieser Einstülpung bildet das Epithel eine Art Mantel für die Zahnpapille, welche immer mehr wächst. Dieser epitheliale Mantel bildet die Grundlage für den Schmelz, er wird deshalb als

„Schmelzorgan" bezeichnet. Alsbald beginnt die Zahnleiste sich vom Schmelzorgan zu sondern, indem die ursprünglich breite Verbindung immer enger wird und sich zu einer Verbindungsbrücke d. i zu einem dünnen Hals des Schmelzorganes (Kolbenhals) einschnürt. An der Stelle, wo sich die Schmelzorgane der Milchzähne von der Zahnleiste abgelöst haben, wächst die letztere in das Bindegewebe immer tiefer ein und bildet an ihrer freien Kante abermals kolbenförmige Verdickungen, in welche die Zahnpapillen der bleibenden Zähne hineinwachsen. (Fig. 102.) So entstehen also im fünften Foetalmonate ganz in derselben Weise wie die Milchzähne nach innen (lingual) von denselben die Anlagen der Ersatzzähne.

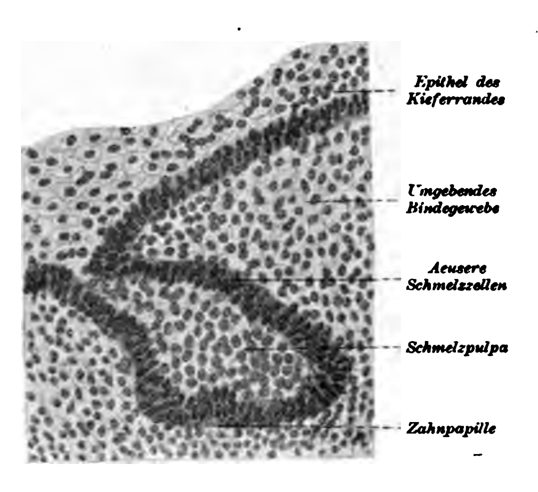


Fig. 101.

Ein frühes Stadium der Zahnentwickelung bei einem Schweinsembryo.

Ca. 240 mal vergrössert.

Innerhalb des Schmelzorgans gehen bald Veränderungen vor sich, es werden nämlich die an die Zahnpapille grenzenden Zellen (sog. innere Schmelzzellen) höher, während die Zellen der äussersten Lage (äussere Schmelzzellen) niedriger werden; die Zellen, welche zwischen den inneren und äusseren Zellen liegen, bilden die sog. Schmelzpulpa. Zwischen diesen Zellen erweitern sich die Intercellularräume, die Intercellularsubstanz sammelt sich in grösserer Menge an, die Zellen werden sternförmig und anastomosieren unter einander, die Schmelzpulpa nimmt nach und nach an Masse ab und verschwindet später fast gänzlich. Indessen bildet das Bindegewebe rings um die Zahnanlagen eine Hülle, das sog. Zahnsäckchen. Bald verliert sich die Verbindung der Zahnleiste mit dem Epithel des Kieferrandes und der Schmelzorgane mit der Zahnleiste, namentlich wird die letztere vom Bindegewebe siebartig durchbrochen und in kleine Epithelnester zerlegt. Die Epithelnester sind häufig kugelig,

und zeigen oft eine konzentrische Schichtung, was die Folge der zwiebelschalenartigen Anordnung der Epithelzellen ist (Epithelperlen).

Nun schliesst das Zahnsäckchen den Zahnkeim ringsum vollständig ein.

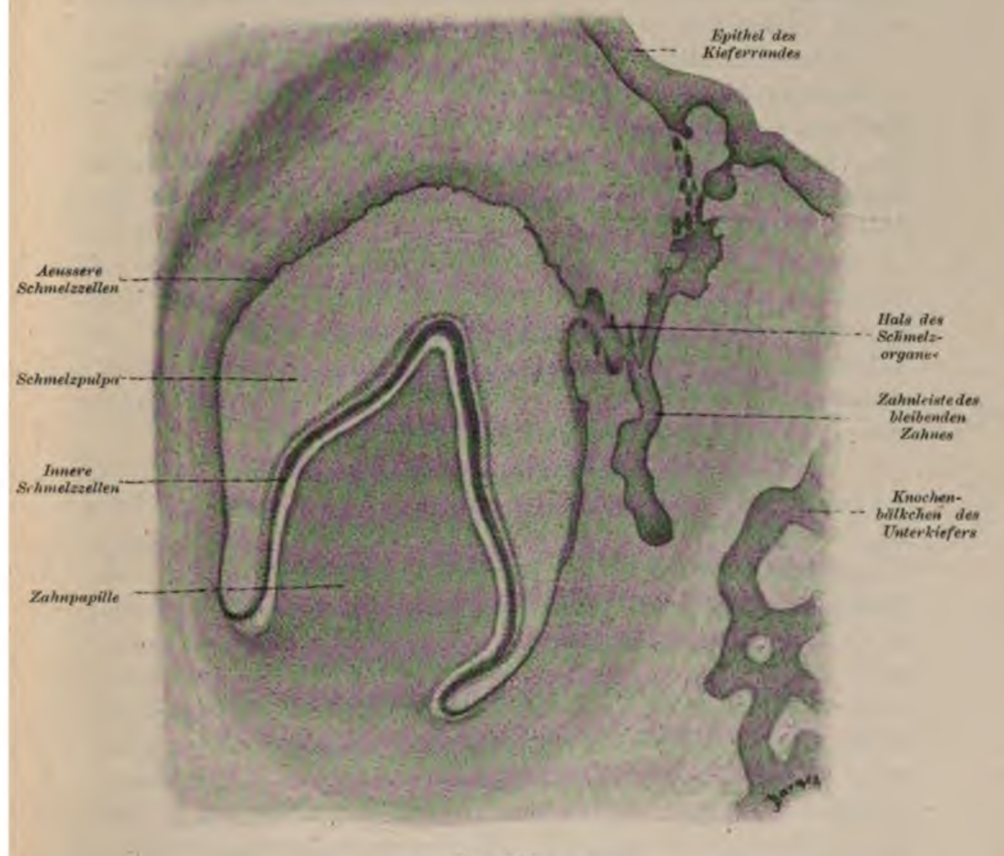


Fig. 102.

Ein vorgeschrittenes Stadium der Zahnentwickelung beim Menschen (von einem $3^1/_2$ monatlichen Embryo).

Ca. 65 mal vergrössert.

Schon früher, um die zwanzigste Woche beginnt beim Menschen die Bildung der Hartgewebe der Milchzähne. Zuerst beginnt die Entwickelung des Dentins. Dasselbe ist ein Produkt der Bindegewebszellen, welche an der Oberfläche der Zahnpapille liegen und Odontoblasten heissen. Es sind dies hohe, in einer Schicht liegende Zellen. Gegenwärtig ist

die Ansicht, dass das Zahnbein als Ausscheidungsprodukt der Odontoblasten zu betrachten ist, fast allgemein angenommen (Kölliker, v. Ebner). Anfangs stellt sich diese Anlage des Dentins in Form eines sehr dünnen homogenen Häutchens — Membrana praeformativa — dar, welches an der Grenze zwischen der Lage der Odontoblasten und den inneren Schmelzzellen liegt.

Diese Membrana praeformativa geht in das Zahnbein über, welches anfänglich eine nicht fibrilläre Substanz darstellt, innerhalb welcher leimgebende Fibrillen sich erst später bilden.

Die Entwickelung des Dentins beginnt an der Spitze der Zahnpapille. Die Odontoblasten entsenden in das Zahnbein Ausläufer, welche in den Zahnkanälchen liegen und Zahnfasern genannt werden. In der fibrillären Grundsubstanz lagern sich Kalksalze schichtweise ab. Die Verkalkungsgrenze zeigt halbkugelige Vorsprünge, sog. Zahnbeinkugeln Kölliker's. Da zahlreiche kleine Stellen der Verkalkung nicht unterliegen, werden dieselben von solchen kugeligen Vorsprüngen begrenzt und bilden die sog. Interglobularräume.

Bald nach Beginn der Bildung des Zahnbeines erfolgt die Entwickelung des Schmelzes, die damit eingeleitet wird, dass die in der Gegend der zukünftigen Krone gelegenen, inneren Schmelzzellen an ihrem, dem Zahnbein zugekehrten Ende eine Substanz ausscheiden, welche für diese Zellen einen Cuticularsaum bildet, der seinerseits im weiteren Verlaufe gegen das sich bildende Dentin zu Fortsätze, sog. Tomes'sche Fortsätze entsendet Diese stellen die Anlage der Schmelzprismen dar, indem in ihnen die Verkalkung vom Zentrum gegen die Peripherie zu auf Kosten der die Schmelzprismen verbindenden Kittsubstanz stattfindet. Endlich lagern sich auch in der Kittsubstanz Kalksalze ab. Nach Beendigung des Prozesses der Schmelzbildung gehen die Schmelzzellen zu Grunde, ihre Cuticula erreicht die Oberfläche und bildet das Oberhäutchen der Zähne.

Die Entwickelung des Zementes, welches ein Produkt der inneren Wand des Zahnsäckchens ist, beginnt erst später, ganz nach Art der periostalen Knochenbildung.

3. Die Zunge.

Die Zunge ist ein Organ, an dessen Aufbau hauptsächlich quergestreifte Muskeln beteiligt sind. Ihre Schleimhaut, welche als Fortsetzung der die Mundhöhle auskleidenden Mucosa

im ganzen deren Bau entspricht, besitzt doch ihre charakteristischen Eigentümlichkeiten. So kommt es an gewissen Stellen zur Verhornung; vor allem jedoch fallen verschieden gestaltete Erhabenheiten in die Augen, die als Zungenwärzchen oder Zungenpapillen bezeichnet werden. Beim Menschen sind besonders drei Arten derselben ausgebildet:

Papillae filiformes (fadenförmige Papillen);
Papillae fungiformes (pilzförmige Papillen);
Papillae circumvallatae (umwallte Papillen).

Die Papillae filiformes (Fig. 103) sind 0·7—3 mm lange kegelförmige Hervorragungen, welche von einer dicken Lage

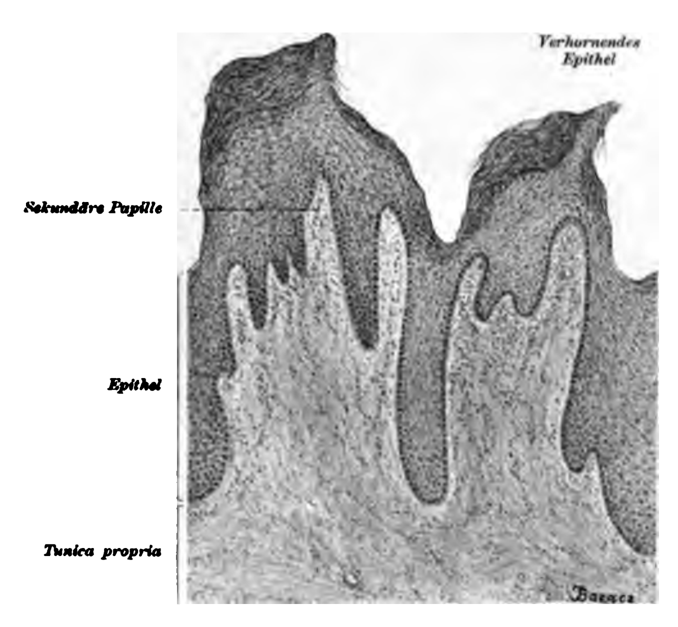


Fig. 103.
Zwei fadenförmige Papillen aus der vorderen Partie der menschlichen Zunge. Ca. 80 mal vergrössert.

geschichteten, öfters (namentlich bei den Katzen) verhornten Plattenepithels bedeckt sind. Die unter dem Epithel gelegene Tunica propria weist 5—20 kleine Papillen, sog. sekundäre Papillen auf, welche den Gefässpapillen der Haut entsprechen. Die Papillae filiformes sind auf der ganzen oberen Fläche der Zunge zerstreut.

Die Papillae fungiformes (Fig. 104) sind 0·7—1·8 mm lange keulenförmige Gebilde, welche sich hauptsächlich an der

vorderen Hälfte der Zungenoberfläche vorfinden; an den Seitenrändern der Zunge sind sie abgeflacht. Von den anderen Papillen unterscheiden sie sich durch ihre rote Farbe, welche dem Durchscheinen der Blutgefässe durch die dünne Epithellage zuzuschreiben ist. Ausserdem besitzen sie zahlreichere sekundäre Papillen als die fadenförmigen Zungenwärzchen.

Die **Papillae vallatae** (Fig. 105) liegen beim Menschen — gewöhnlich gegen neun an Zahl — am Zungenrücken in zwei Linien angeordnet, welche gegen die Zungenspitze zu einen offenen Winkel bilden. Sie nähern sich der Form nach den

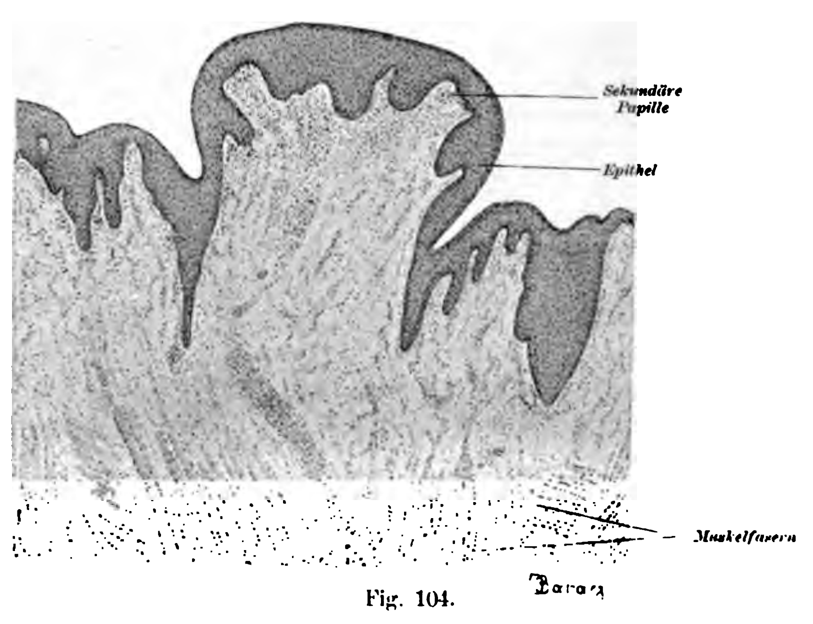


Fig. 104.

Senkrechter Schnitt durch eine Papilla fungiformis des Menschen.
Ca. 45 mal vergrössert.

Papillae fungiformes, sind jedoch grösser als diese; denn ihr Durchmesser beträgt 1–2 mm, bei einer Höhe von beiläufig 1 mm. Sie sind meistens tief in die Schleimhaut eingesenkt: weshalb sie ringsum von einer Furche und einem Wall umgeben sind, welch letzterer jedoch etwas niedriger ist als die Papille selbst. Bloss die Oberfläche weist sekundäre Papillen auf, während die Seitenflächen von ihnen frei bleiben. Die letzteren enthalten dagegen die Endapparate der Geschmacksnerven, die sog. **Geschmacksknospen**, welche die ganze Dicke der Epithellage durchsetzen. Nur ausnahmsweise finden sich dieselben

auch in der der Furche zugekehrten Seite des Walles. In die Furche münden zahlreiche seröse (v. Ebner'sche) Drüsen ein, wie sie weiter unten beschrieben sind. (Fig. 105.)

Überdies finden wir am Seitenrande des hinteren Teiles der Zunge noch eine besondere Art von Erhabenheit, die sog. Papilla foliata, welche beim Menschen aus 3—6 quer zum Zungenrande gestellten, durch Furchen voneinander getrennten Falten besteht.

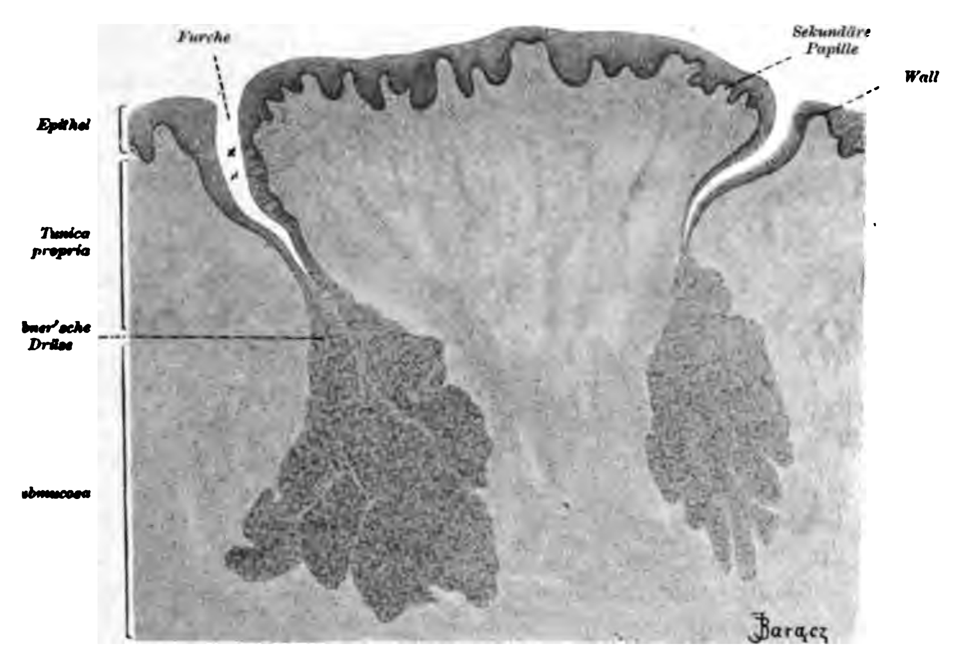


Fig. 105.

Senkrechter Schnitt durch eine Papilla vallata des Menschen.
× × = Geschmacksknospen. 37 mal vergrössert.

Dieses Gebilde erreicht bei einigen Tieren (namentlich beim Kaninchen) eine bedeutende Entwickelung und stellt sodann einen platten, ovalen, aus zahlreichen Falten oder Blättern zusammengesetzten Körper dar. In jedem Falle ist die Papilla foliata der Sitz von zahlreichen Geschmacksknospen, welche an den Seitenflächen der einzelnen Blätter in mehreren übereinanderliegenden Reihen angeordnet sind. (Näheres über Geschmacksknospen siehe Geschmacksorgan.)

Die in der Schleimhaut sich vorfindenden Zungenbälge

(Folliculi linguales) werden später im Zusammenhange mit den Gaumen- und Rachenmandeln berücksichtigt werden.

Die Submucosa der Zunge ist an der Spitze und am Rücken derselben derb, während sie am Grunde locker ist.

Alle Muskeln der Zunge gehören zu den quergestreiften. Da es nicht in unserer Absicht liegt, die Anordnung der einzelnen Muskeln hier näher zu besprechen, beschränken wir uns darauf, zu konstatieren, dass die Zungenmuskeln sich nach der Verlaufsrichtung der Bündel in drei Arten einteilen lassen, d. i. solche, deren Bündel längs, quer und senkrecht verlaufen.

Diese Bündel, namentlich die in den oberflächlichen Partien der Zunge gelegenen, durchflechten sich gegenseitig; ihre einzelnen Fasern verlieren sich erst in der Schleimhaut und unterliegen an ihren Enden zahlreichen Teilungen, was z. B. beim Frosche schön zu sehen ist.

Zwischen den Muskelbündeln finden wir reichlich entwickeltes intramuskuläres Bindegewebe, das oft zahlreiche Fettzellen wie auch Drüsen enthält, welche tief zwischen die Muskelbündel eindringen.

Den Bau der Zungendrüsen werden wir im Zusammenhange mit anderen Drüsen der Mundhöhle besprechen.

Die Blutgefässe bilden ähnlich wie in anderen Schleimhäuten parallel zur Oberfläche ausgebreitete Netze. In alle Papillen der Tunica propria gelangen Gefässzweigchen, welche in Kapillaren zerfallen.

Ähnlich bilden auch die Lymphgefässe in der Schleimhaut der Zunge ein zur Oberfläche paralleles, dichtes Netz.

Die Nerven der Zunge enden teils frei interepithelial, teils in besonderen Terminalorganen (Krause'sche Endkolben, Meissner'sche Tastkörperchen, Geschmacksknospen).

4. Die Zungen-, Gaumen- und Rachenmandeln.

Das adenoide Gewebe erreicht an der Grenze der Mund- und Rachenhöhle eine bedeutende Entwickelung, indem es Organe bildet, welche Waldeyer unter dem Namen „lymphatischer Rachenring“ zusammenfasste, und welche wir hier gemeinsam beschreiben wollen. Der Entwickelungsgrad des adenoiden Gewebes unterliegt hier bedeutenden Schwankungen.

Die Schleimhaut der Zungenwurzel enthält von der Papilla vallata bis zum Kehldeckel sog. Zungenbälge (Folliculi linguales), deren Gesamtheit Tonsilla lingualis genannt

wird. (Fig. 106.) Es sind dies kugelige, innerhalb der oberen Partie der Tunica propria gelegene Anhäufungen adenoiden Gewebes, welche schon mit dem freien Auge deshalb bemerkbar sind, weil sie, als im Durchmesser 1—4 mm breite Erhabenheiten, über die Oberfläche der Schleimhaut hervorragen. In der Mitte dieser Erhebungen sieht man eine Vertiefung, welche in die Balghöhle führt. Die letztere stellt sich in Form einer blindsackförmigen Einsenkung dar und ist ähnlich wie die Oberfläche der Zunge mit geschichtetem Pflasterepithel ausgekleidet. Das Epithel der Balghöhle unterscheidet sich von dem übrigen Epithel der Zunge nur dadurch, dass die Grenze zwischen ihm und



Fig. 106.

Schnitt durch einen Zungenbalg des Menschen.
× = Balghöhle. 50 mal vergrössert.

dem unterliegenden adenoiden Gewebe infolge massenhafter Durchwanderung von Leukocyten in die Balghöhle verwischt ist, wodurch es sogar zur Bildung von Lücken innerhalb der Epithellage kommen kann. (Fig. 107.) Die ausgewanderten Leukocyten bilden die im Speichel vorhandenen Schleim- oder Speichelkörperchen. Das unter dem Epithel liegende adenoide Gewebe ist von dem anliegenden lockeren fibrillären Bindegewebe der Tunica propria ringsum scharf abgegrenzt und besteht gewöhnlich aus mehreren Sekundärknötchen (Follikeln), welche sich um die Balghöhle gruppieren und ihrerseits Keimzentren enthalten.

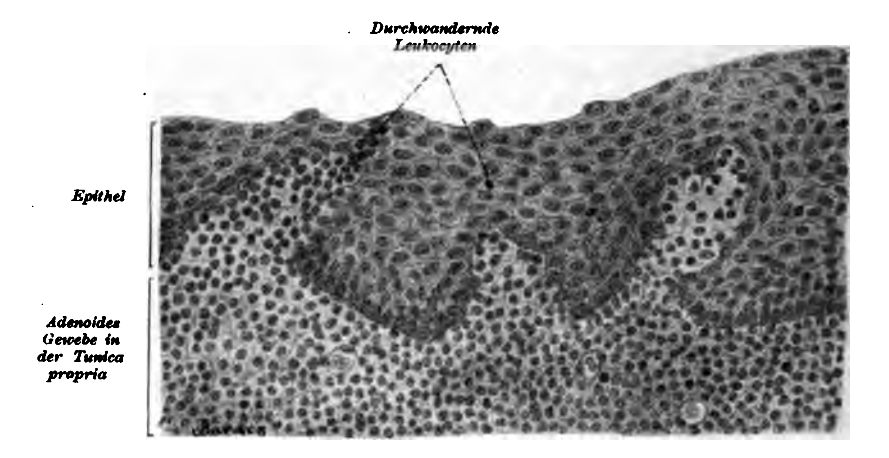


Fig. 107.

Aus einem feinen Schnitt durch einen Zungenbalg des Menschen. Ca. 260 mal vergrössert.

Die Ausführungsgänge der Schleimdrüsen der Zungenwurzel münden manchmal in die Balghöhlen.

Die jederseits zwischen beiden Gaumenbögen liegenden Gaumenmandeln (Tonsillae palatinae) (Taf. XI, Fig. 108) entsprechen, was den Bau betrifft, genau den soeben beschriebenen Balgdrüsen mit dem einzigen Unterschiede, dass sie bedeutend grösser sind und einem Konglomerat von 10—20 Balgdrüsen entsprechen. Die Gaumentonsillen weisen auch Hohlräume auf, welche den Balghöhlen entsprechen, sie erscheinen jedoch in Form von verästelten Taschen.

Am Dache der Pars nasalis pharyngis liegt die Rachenmandel (Tonsilla pharyngea), deren Bau sich von dem der Gaumenmandel nicht wesentlich unterscheidet. Die Furchen, 5—6 an der Zahl, sind in der Tiefe oft mit Flimmerepithel ausgekleidet. Es münden in dieselben die Ausführungsgänge der (vorwiegend gemischten) Drüsen, welche unter der Pharynxtonsille eine zusammenhängende Lage bilden.

Auch in den Gaumen- und Rachenmandeln findet man — ähnlich wie in den Zungenbälgen — eine lebhafte Auswanderung von Leukocyten durch das Epithel.

5. Drüsen der Mundhöhle.

Es sind hier zu besprechen ebenso die grossen Drüsen, die sog. Speicheldrüsen, deren Ausführungsgänge in die Mundhöhle

münden, also: die Glandula parotis, submaxillaris und sublingualis, wie auch die kleinen Drüsen, welche je nach dem Orte ihres Vorkommens verschieden benannt werden.

Alle Drüsen der Mundhöhle kann man nach den Produkten, welche dieselben ausscheiden, einteilen in: 1. seröse oder Eiweissdrüsen, d. i. solche, welche eine seröse, eiweissartige Flüssigkeit secernieren, 2. Schleimdrüsen, d. i. solche, welche schleimhaltiges Sekret produzieren, endlich 3. gemischte Drüsen, d. i. solche, welche gleichzeitig beide Sekretarten absondern.

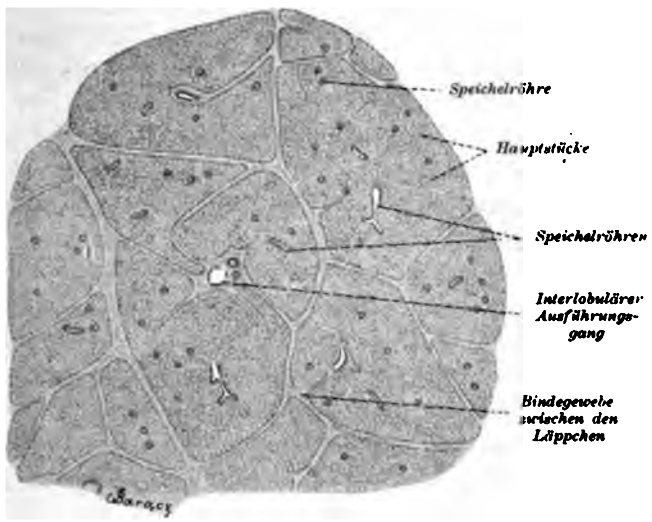


Fig. 109.

Aus einem Schnitt durch eine Parotis des Hundes.
Es sind einige Läppchen zu sehen. Ca. 22 mal vergrössert.

Alle Drüsen der Mundhöhle sind tubulöse Drüsen. Die kleinsten derselben entsprechen den verästelten tubulösen Einzeldrüsen, die grösseren dagegen und die Speicheldrüsen den tubulösen zusammengesetzten Drüsen. Diese letzteren lassen sich in kleinere und grössere Läppchen teilen, welche durch das Bindegewebe voneinander geschieden sind. (Fig. 109.) Jedes Läppchen enthält sich windende und dicht aneinander gedrängte Röhren, welche noch innerhalb der Läppchen der Teilung unterliegen. Die kleinen Läppchen entsprechen somit den verästelten tubulösen Einzeldrüsen.

Infolgedessen, dass die Tubuli sich winden, finden wir dieselben innerhalb eines Läppchens verschieden getroffen; wir

sehen hier neben reinen Querschnitten viele Tangential- und Schrägschnitte der Tubuli.

Jeder Drüsentubulus wird ausserhalb des Drüsenepithels durch eine homogene, strukturlose **Membrana propria** begrenzt, an deren Innenfläche verästelte, miteinander sich verbindende Zellen nachzuweisen sind. Dieselben heissen **Korbzellen**, weil sie die Drüsenzellen der Tubuli korbartig umfassen. Die epitheliale oder bindegewebige Natur dieser Zellen ist bisher endgiltig nicht entschieden worden.

In den zusammengesetzten Drüsen können wir an den Tubuli mehrere Abschnitte von abweichender Struktur unterscheiden.

Die **Hauptausführungsgänge**, welche in die Mundhöhle münden, sind mit einem ein- oder zweireihigen Cylinderepithel ausgepolstert. Im Bindegewebe, welches die äussere Schicht der Ausführungsgänge bildet, begegnen wir manchmal (Ductus submaxillaris) längsverlaufenden glatten Muskelelementen. Der Hauptausführungsgang teilt sich in mehrere **kleinere Ausführungsgänge**, welche mit einschichtigem kubischen oder cylindrischen Epithel ausgekleidet sind.

Jeder dieser Ausführungsgänge geht in die sog. **Speichelröhre** über, welche aus cylindrischem Epithel besteht und dadurch charakterisiert ist, dass die basale Hälfte der Epithelzellen eine deutliche Streifung besitzt. Dieses Stäbchenepithel verdankt seine Streifung sehr feinen Körnchen im Protoplasma, welche aneinander gereiht sind. (Fig. 110; Taf. XII, Fig. 113.)

Während die Ausführungsgänge innerhalb des Bindegewebes interlobulär verlaufen, finden wir die Speichelröhren fast ausschliesslich im Innern der kleinen Läppchen.

Jede Speichelröhre teilt sich und führt in weiterer Fortsetzung in das **Schaltstück**, d. i. ein mit niedrig kubischen Epithelzellen ausgekleidetes Röhrchen. (Taf. XII, Fig. 112 und 113; Fig. 110.)

Während den interlobulären Ausführungsgängen bloss die Bedeutung und Aufgabe von Ausführungswegen zufällt, haben viele Autoren in den Speichelröhren Ausscheidungserscheinungen wahrgenommen; einige behaupten dasselbe auch von Schaltstücken.

Schliesslich geht das Schaltstück in das sog. **Haupt- oder Endstück** über.

Dieser letztere, blind endigende Teil der Drüse besitzt ein Epithel, welches die ganze Drüse charakterisiert, d. h. welches

Schleim oder seröse Flüssigkeit oder beides secerniert. Die Zellen beider Art haben ein charakteristisches Aussehen, welches während der Ruhe und während der Thätigkeit, d. i. Absonderung differiert.

Die eine seröse, an Albuminaten reiche Flüssigkeit absondernden Zellen weisen in der ruhenden Drüse ein mit kleinen, stark lichtbrechenden Körnchen vollgestopftes Protoplasma auf, während die Kerne wie geschrumpft, oft deformiert und unregelmässig zackig aussehen. Während der Absonderung nehmen die Zellen an Grösse ab, das Protoplasma, vor allem die der Membrana propria anliegende Partie, wird von Körnchen frei, welche zwischen dem dichten Netzwerk des Protoplasma eingelagert sind und welche dann nur auf die Innenzone der Zellen sich beschränken; das Protoplasma der Aussenzone stellt einen deutlich spongiösen Bau vor. Der Kern wird rund und weist ein deutliches Chromatingerüst auf. (Taf. XII, Fig. 113.)

Die Schleim erzeugenden Zellen erscheinen ebenfalls verschieden je nach dem jeweiligen Funktionszustande derselben. Die sekretleere Zelle, d. i. eine solche, welche eben aus dem Zustande der Thätigkeit in jenen der Ruhe überging, besitzt deutlich erkennbare, in das Protoplasmanetz eingelagerte Körnchen und ist kleiner. Der rundliche oder ovale Kern liegt unweit von der Membrana propria und besitzt ein gut ausgeprägtes Chromatingerüst. Entsprechend der Bildung des Schleimes vergrössern sich die Körnchen, um sich endlich in flüssige Masse umzuwandeln; die Maschen des Protoplasmanetzes werden weiter, weil der Schleim dieselben ausfüllt. Die Zelle wird gross und glasartig hell. Der ganz mit Chromatin erfüllte Kern erscheint oft zackig, abgeplattet und direkt der Membrana propria angelagert oder in die Ecke der Zelle hineingeschoben. In der unmittelbaren Nachbarschaft des Kernes sieht man das unveränderte Protoplasma. Die thätige, d. i. die Schleim entleerende Zelle zeigt eine Abnahme des veränderten Protoplasmas und einen (von der Gegend des Kernes ausgehenden) Zuwachs an körnigem Protoplasma. Der Kern nimmt eine ovale Gestalt an, das Chromatingerüst wird deutlicher, und das Ganze stellt das Bild einer sekretleeren Zelle dar, wie wir sie eben beschrieben. (Fig. 111.)

Jedenfalls ist zu bemerken, dass eine Schleimzelle, welche ihr schleimiges Sekret entleert hat, und eine Eiweisszelle einander vollkommen ähnlich sind.

Gewöhnlich befinden sich die Drüsenzellen eines und desselben Tubulus in verschiedenen Sekretionsphasen, weshalb sie auch natürlich ein verschiedenes Aussehen haben.

Wir finden Tubuli, beziehungsweise Abschnitte derselben, deren Wand bloss aus einer Art Zellen, nämlich entweder aus serösen oder nur aus Schleimzellen gebildet wird.

Eine grosse Menge Drüsen besitzt jedoch aus zwei Arten von Zellen zusammengesetzte Endstücke, welche verschiedenartig gegeneinander gelagert sein können. In dem letzteren Falle werden wir es mit gemischten Speicheldrüsen zu thun haben.

Zu den rein serösen Drüsen gehört die Parotis bei allen Tieren, die Submaxillaris des Kaninchens, sowie die kleinen Drüsen der Zunge in der Umgebung der Papillae vallatae und foliatae. Reine Schleimdrüsen sind nur kleine, in der Mundhöhle zerstreute Drüsen, dagegen gehören die Glandula submaxillaris und sublingualis zu den gemischten Speicheldrüsen.

Über die Art, wie die Zellen beider Gattungen in den gemischten Drüsen gelagert sind, kann am besten die Darstellung dieser Verhältnisse in der so typischen Drüse dieser Art: der Submaxillaris beim Menschen, belehren, zu welchem Zwecke eine schematische Figur beigefügt wird. (Taf. XII, Fig. 112.)

Hier kann sich nämlich an das Schaltstück ein seröser Tubulus anschliessen, und dies geschieht am häufigsten. In anderen Tubuli gehen dagegen die Schaltstücke in Schleimtubuli, und diese weiterhin in seröse Tubuli über. Anderen Schleimtubuli, welche blind endigen, sind endständig Eiweisszellen angelagert, welche wie eine Kappe dem Ende der Tubuli aufsitzen. Im Durchschnitt erscheint eine solche Kappe in Form eines Halbmondes (Gianuzzi'sche Halbmonde). Diese Halbmonde heissen auch Randzellenkomplexe, weil sie gewöhnlich aus mehreren Zellen bestehen.

Was diese Halbmonde betrifft, so war man im Laufe der Zeit bezüglich ihrer Entstehung und Bedeutung verschiedener Ansicht. R. Heidenhain hielt die Halbmondzellen für junge Drüsenzellen, welche an die Stelle der infolge der Schleimsekretion zu Grunde gegangenen Zellen nachwachsen sollten. So lautet die Heidenhain'sche Ersatztheorie. Da jedoch einerseits viele Autoren das Losstossen von zu Grunde gegangenen Schleimzellen bei

normaler Sekretion nicht zulassen, es andererseits keinem der Autoren gelungen ist, innerhalb der Halbmondzellen amitotische oder mitotische Zellwucherungen aufzudecken, griff man zu einer anderen Erklärung dieser Gebilde. Einige betrachteten dieselben als ganz besondere, secernierende Elemente, welche mit den Schleimzellen nichts Gemeinsames haben, andere dagegen hielten die Halbmondzellen für sekretleere, d. i. in Ruhezustand übergegangene Schleimzellen, welche durch andere sekretgefüllte Zellen vom Lumen abgedrängt werden und der Membrana propria anliegen. Diese von Hebold begründete und von Stöhr verfochtene „Phasentheorie" fing an, ihre Anhänger allmählich zu verlieren, als es gelang, mittelst gewisser Methoden nachzuweisen, dass von diesen angeblich im Ruhezustande befindlichen, somit nicht secernierenden Halbmondzellen sog. Sekretionskanälchen oder Sekretkapillaren ausgehen. Diese letzteren beweisen, dass die Halbmondzellen secernierende Elemente sind, denn man muss sie als eine Einrichtung betrachten, welche die Aufgabe hat, das Sekret abzuführen. Diese Sekretionskanälchen sind gleichsam eine Verlängerung des Lumens der Tubuli, indem sie zwischen die Nachbarzellen eintreten und sich baumförmig verästeln. Solche Sekretionskanälchen, welche keine eigenen Wände besitzen, kann man fast immer an serösen Zellen nachweisen. Am deutlichsten lassen sie sich mittelst der Golgi'schen Methode darstellen, wo sie ebenso, wie das Lumen der Endstücke, schwarz erscheinen. Überdies lässt die ähnliche Beschaffenheit der Halbmond- und der Eiweisszellen diese Elemente als secernierende und namentlich Albuminate absondernde Zellen erscheinen. Es sprechen somit diese beiden Thatsachen für die von v. Ebner und Asp aufgestellte Theorie von der spezifischen Funktion der Halbmonde.

Angesichts dessen, dass die Halbmondzellen höchst wahrscheinlich die Aufgabe haben, Albuminate abzusondern, sind die Schleimtubuli, denen sie aufsitzen, als aus zwei besonderen Arten von Zellen zusammengesetzt zu betrachten und infolgedessen müssen wir „alle diejenigen Schleimdrüsen, welche neben den Schleimzellen noch halbmondartige Bildungen enthalten, zu den gemischten Speicheldrüsen zählen, deren Aufgabe es ist, neben dem Schleim noch Albuminate abzusondern" (R. Krause). Denselben müssen demnach die Submaxillaris und die Sublingualis beigezählt werden, welche sich durch einen besonderen Reichtum an Halbmonden auszeichnen.

Es ist selbstverständlich, dass die Anhänger der Ersatz- und Phasentheorie, welche die Halbmondzellen als junge oder sekretleere Schleimzellen betrachten, diese Drüsen den reinen Schleimdrüsen beizählen, mit Ausnahme solcher Submaxillares, in denen ganze seröse Tubuli vorkommen, wie in denen des Menschen und Affen; diese werden natürlich auch von den eben genannten Autoren den gemischten Drüsen zugezählt.

Die Speicheldrüsen sind mit **Blutgefässen** reichlich versehen. (Taf. XVIII, Fig. 127.) Die grösseren Gefässe verlaufen im Bindegewebe zwischen den Läppchen. Hier zerfallen sie in feine Ästchen, treten in die Läppchen ein und umflechten die Tubuli mit einem dichten Kapillarnetze, indem sie von den Drüsenzellen bloss durch eine sehr feine Membrana propria getrennt sind.

Marklose **Nervenfasern** bilden auf der Membrana propria ein Geflecht; die von diesem sich abtrennenden Fäserchen durchbohren die Membrana propria und sollen varicös verdickt mit kleinen Knöpfchen auf der Oberfläche der Drüsenzellen endigen.

a) Die Speicheldrüsen.

Nachdem wir die allgemeinen Eigentümlichkeiten des Baues der Drüsen der Mundhöhle eben besprochen haben, wollen wir noch einige die einzelnen Speicheldrüsen betreffenden Besonderheiten berühren.

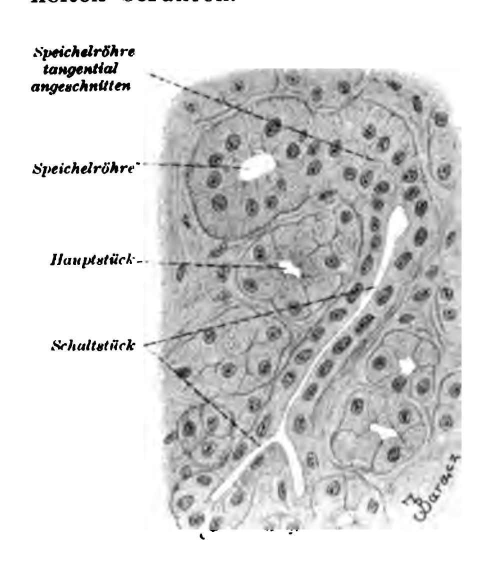


Fig. 110.

Aus einem Schnitt durch die Glandula parotis des Menschen.

Ca. 450 mal vergrössert.

α) Die Ohrspeicheldrüse.

(Gl. parotis.)

Sie ist eine rein seröse Drüse beim Menschen, wie bei den Tieren. (Figg. 109 u. 110.) Die Schaltstücke sind gut ausgebildet. Sekretkapillaren sind zwischen den Zellen der Endstücke sehr schön zu sehen. Sonst ist den obigen allgemeinen Ausführungen über die serösen Drüsen nichts beizufügen.

β) Die Unterkieferdrüse.

(Gl. submaxillaris.)

Dieselbe ist beim Menschen und bei der Mehrzahl

der Tiere eine typische gemischte Drüse. (Taf. XII, Fig. 113.) Beim Menschen enthält sie jedoch mehr seröse als Schleimtubuli.

Der Hauptausführungsgang weist innerhalb des Bindegewebes eine Lage längs verlaufender glatter Muskelzellen auf.

Die Schaltstücke gehen, wie oben bemerkt wurde, in seröse oder in Schleimtubuli über. Ihr Übergang in die letzteren erfolgt plötzlich, während derselbe in seröse Gänge unter allmählicher Höhenzunahme der Zellen vor sich geht (siehe Taf. XII, Fig. 113). Schleimgänge setzen sich gewöhnlich in Gänge mit serösen Zellen fort. Wenn diese jedoch nicht zahlreich sind, so bilden sie bloss Randzellenkomplexe, welche seitlich oder öfters endständig den Schleimtubuli aufsitzen. Diese zeigen im Vergleich mit den serösen eine weitere Lichtung. Bei einigen Tieren, vorzüglich beim Kaninchen, ist die Unterkieferdrüse eine reine Eiweissdrüse.

γ) Die Unterzungendrüse.

(Gl. sublingualis.)

Das Kanalsystem ist hier nicht, wie bei anderen Speicheldrüsen in mehrere, verschieden gebaute Abschnitte differenziert. Es fehlen in dieser Drüse nämlich sowohl Speichelröhren mit charakteristischem Stäbchenepithel, wie auch enge Schaltstücke mit niedrigem Epithel.

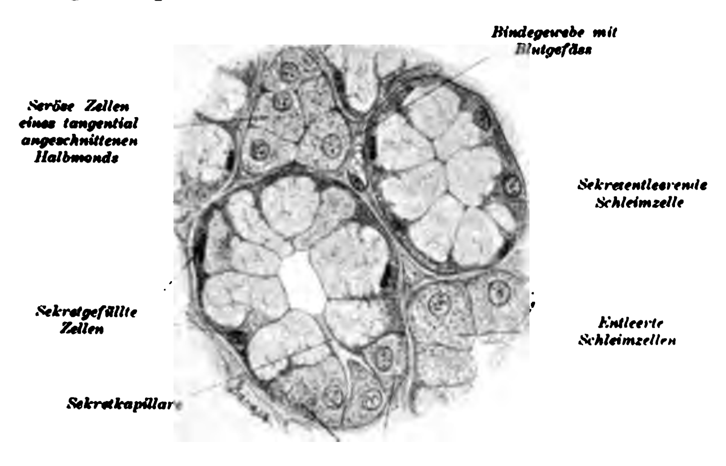


Fig. 111.

Aus einem Schnitt durch die Glandula sublingualis des Menschen nach einem Präparat von Dr. R. Krause.

Ca. 560 mal vergrössert.

Der mit Cylinderepithel ausgekleidete Ausführungsgang unterliegt einer mehrfachen Teilung in zahlreiche Äste, deren Wandung aus kubischen Epithelzellen besteht.

Schliesslich gehen die kleinsten Äste in Schleimröhren über, an welchen man Gianuzzi'sche Halbmonde findet. (Fig. 111.) Im Gegensatz zur Submaxillaris enthält diese Drüse keine ausschliesslich serösen Tubuli.

b) Kleine Drüsen.

Die kleinen Drüsen, welche wir in der Schleimhaut der ganzen Mundhöhle und der Zunge zerstreut vorfinden, sind ebenfalls tubulöse Drüsen. Die kleinsten derselben entsprechen den verästelten tubulösen Einzeldrüsen, die grösseren dagegen den zusammengesetzten Drüsen. Ihr Körper steckt in der Submucosa, reicht jedoch oft tief zwischen die Muskeln.

Nach ihrer Lokalisation können wir sie als: Gl. labiales, buccales, palatinae und linguales unterscheiden. Nach den Produkten, welche sie absondern, teilen wir sie ebenso wie die Speicheldrüsen in: seröse oder Eiweissdrüsen, gemischte Drüsen und Schleimdrüsen ein.

Diese Drüsen weisen weder Speichelröhren noch Schaltstücke auf. Die Ausführungsgänge sind manchmal nahe den Mündungen mit Flimmerepithel ausgekleidet.

Seröse Drüsen finden wir bloss in der Zunge in der Umgebung der Papillae vallatae und foliatae. Diese Drüsen werden auch Ebner'sche genannt. Die Ausführungsgänge münden in die Gräben der Papillae vallatae und in die Furchen der Papillae foliatae. In diesen Drüsen können auch Sekretkapillaren nachgewiesen werden.

Gemischte Drüsen entsprechen, was den Bau betrifft, vollkommen der Gl. sublingualis, denn sie bestehen, ähnlich wie diese, aus Schleimgängen, welchen seröse Halbmonde aufsitzen. Die letzteren weisen Sekretkapillaren auf. Hieher gehören die Gl. labiales, Gl. buccales und die von Blandin und Nuhn beschriebenen Drüsen an der unteren Seite der Zungenspitze.

Zu den reinen Schleimdrüsen gehören die Gl. palatinae und die Drüsen der Zungenwurzel.

B. Schlundkopf (Pharynx).

Die Schleimhaut des Pharynx entspricht in ihrem Bau der der Mundhöhle: wir finden demnach auch hier an der Ober-

fläche geschichtetes Pflasterepithel und eine Papillen tragende Tunica propria.

Das geschichtete Pflasterepithel der Schleimhaut der Pars nasalis geht nach der Nasenhöhle zu in mehrzeiliges Flimmerepithel über, das sich weiter oben in das geschichtete flimmernde Cylinderepithel der Nasenschleimhaut verliert.

Die Tunica propria des Schlundkopfes ist von adenoidem Gewebe reichlich durchsetzt, welches am Gewölbe desselben, die oben beschriebene Pharynx-Tonsille bildend, zu einer bedeutenden Entwickelung gelangt.

Unter der Tunica propria befindet sich eine Lage längs verlaufender elastischer Fasernetze (elastische Grenzschicht), welche beim Übergange in den Oesophagus, in die Muscularis mucosae desselben sich fortsetzend, allmählich verschwindet.

Die elastische Grenzschicht liegt grösstenteils der Innenfläche der Schlundkopfmuskeln an, sendet in die intermuskulären Septen starke Züge elastischer Fasern, welche die angrenzenden Muskelbündel umspinnen (J. Schaffer).

Es fehlt also an diesen Stellen die Submucosa, und die Körper der Schleimdrüsen sind zwischen den Muskelbündeln verteilt. Im laryngealen Teile hebt sich jedoch die elastische Grenzschicht von der Muskelschicht ab, und hier können wir die Submucosa, in welcher die Drüsen liegen, unterscheiden.

Die nach aussen liegende Muskelhaut des Schlundkopfes (Mm. constrictores pharyngis) besteht aus quergestreiften Muskelfasern.

C. Speiseröhre (Oesophagus).

In der Wand der Speiseröhre unterscheiden wir Schleimhaut (Mucosa), Unterschleimhautgewebe (Submucosa), Muskelhaut (Muscularis) und Faserhaut (Tunica adventitia).

Die Schleimhaut, welche übrigens, was den Bau betrifft, der Schleimhaut der Mundhöhle ähnlich ist, unterscheidet sich von dieser insofern, als sie durch das Auftreten einer neuen Schicht, der sog. Muscularis mucosae, etwas mehr kompliziert ist. Dieselbe liegt an der Grenze der Tunica propria und der Submucosa und besteht aus längsverlaufenden glatten Muskelzellen. Sie bildet erst in der unteren Hälfte der Speiseröhre eine geschlossene Lage.

Die unter ihr liegende Tunica submucosa besteht aus lockerem Bindegewebe.

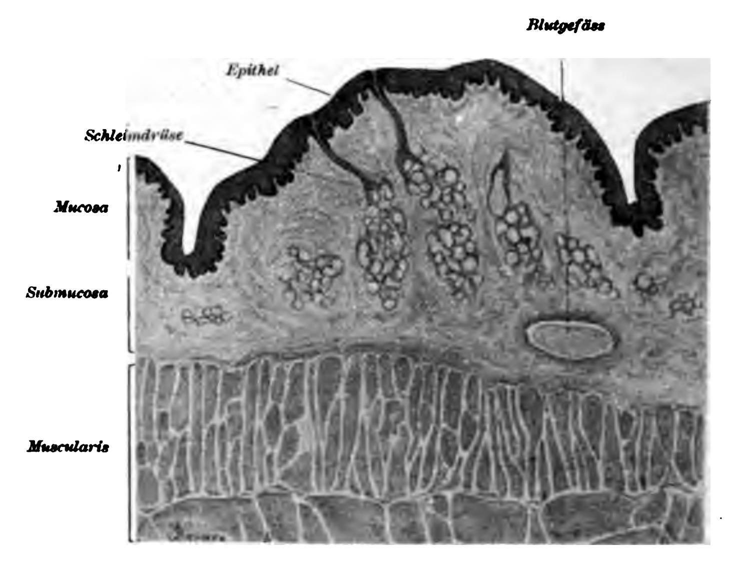


Fig. 115.

Stück eines Querschnittes der Speiseröhre eines Hundes.
Ca. 25 mal vergrössert.

Die Speiseröhre enthält zwei Arten von Drüsen.

Die eine Art, welche über die ganze Speiseröhre verteilt ist mit Bevorzugung des oberen Teiles, unterscheidet sich gar nicht von den Schleimdrüsen der Mundhöhle und liegt mit ihrem Körper innerhalb der Submucosa. Ihre Ausführungsgänge zeigen oft vor dem Durchgange durch die Muscularis mucosae ampullenartige Erweiterungen. In der Tunica propria finden sich oft in der Umgebung der Schleimdrüsengänge Anhäufungen von adenoidem Gewebe.

Die Drüsen zweiter Art, genau beschränkt auf den schmalen Saum, einmal am untersten Ende des Oesophagus unmittelbar vor dessen Übergang in die Cardia des Magens, das andere Mal am oberen Ende zwischen der Höhe des Ringsknorpels und der des 4.–5. Trachealringes, liegen in der Tunica propria. Ihr Bau entspricht dem der Cardiadrüsen des Magens (siehe dort). Deshalb kann man sie mit J. Schaffer „Cardiale Oesophagusdrüsen“ nennen. Sie unterscheiden sich von den Magendrüsen dadurch, dass sie reichlicher verästelt sind.

Die nach aussen von der Submucosa liegende Muskelhaut besteht im obersten Viertel der Speiseröhre aus quergestreiften Muskelfasern, in den unteren Teilen dagegen aus

zwei Schichten glatter Muskelzellen. Von diesen enthält die innere Schicht zirkulär und schräg verlaufende Bündel glatter Muskelzellen, die äussere dagegen längsverlaufende.

Die aus derbem fibrillären Bindegewebe bestehende **Faserhaut** (Tunica adventitia) ist die äusserste Schicht der Wand des Oesophagus und verbindet denselben mit den angrenzenden Organen.

Die **Schleimhautgefässe** des Oesophagus wie auch des Pharynx sind ähnlich wie in der Mundhöhle angeordnet.

Die **Nerven** verhalten sich wie im Darme; ausserdem jedoch endigt ein Teil derselben im geschichteten Pflasterepithel, wie in der Mundhöhle, ein Teil dagegen mit motorischen Endplatten in den quergestreiften Muskeln.

D. Der Magen.

Die Magenwand ist aus der Mucosa, Submucosa, Muscularis und Serosa (Peritoneum) zusammengesetzt. (Fig. 116.)

Die **Magenschleimhaut** hat im frischen Zustande eine graue bis graurote Färbung. Die Schleimhautoberfläche bildet Unebenheiten verschiedener Art. Abgesehen von Längsfalten, deren Höhe von dem verschiedenen Füllungszustande abhängt, treten dieselben in Form von Vertiefungen sog. **Magengrübchen** (**Foveolae gastricae**) auf, in welche die Magendrüsen münden. Überdies befinden sich, namentlich im Pylorus, um die Drüsenmündungen kleine Fältchen und Zöttchen (**Plicae villosae**). Die ganze Schleimhaut ist ferner oft durch seichte Furchen in mehrseitige Felder geteilt, welche leicht hervorragen. Diese Vertiefungen und Erhabenheiten, welche den **Status mamillaris** (État mamelonné) bedingen, sollen das Resultat einer ungleichmässigen Verteilung und Entwickelung der Magendrüsen sein. Die Schleimhaut besteht ähnlich wie im Oesophagus aus dem Epithel, der Tunica propria und Muscularis mucosae.

Das **Epithel**, welches die Oberfläche der Magenschleimhaut bedeckt, ist ein einschichtiges Cylinderepithel. Es sind dies hohe Zellen, welche bei ganz frischem Material ein — je nach dem Funktionszustande — mehr oder weniger körniges Protoplasma enthalten. Es lassen sich an ihnen meist zwei Abteilungen deutlich unterscheiden. Der untere Abschnitt enthält feinere, der obere dagegen grössere Körnchen. Die ovalen oder runden Kerne liegen gewöhnlich in der unteren Hälfte der Zellen. Bald nach dem Tode quellen diese sehr empfindlichen Gebilde in der

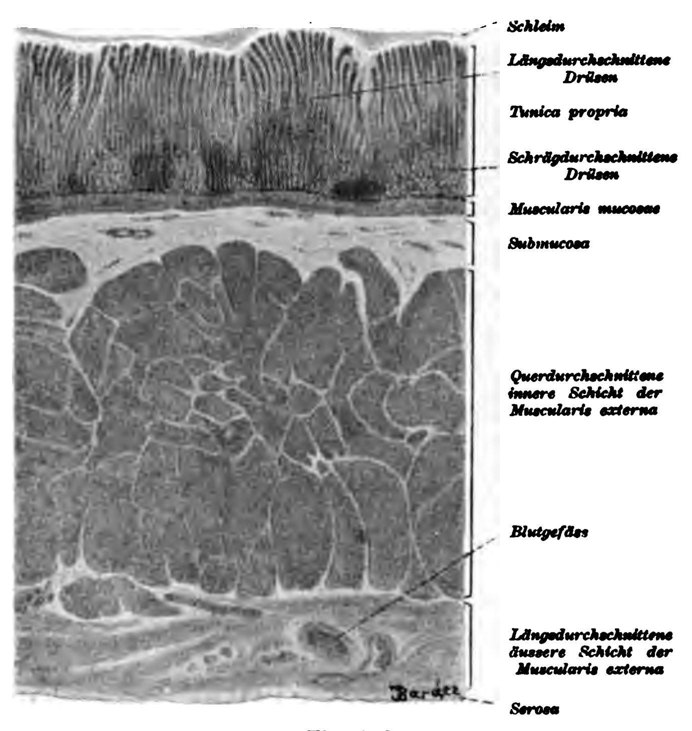


Fig. 116.

Durchschnitt durch die Magenwand des Menschen (Pylorusregion).
Ca. 14 mal vergrössert.

oberen Hälfte auf und werden den Becherzellen ähnlich. Wenn auch diese Zellen einen reinen Schleim nicht absondern, so sind sie dennoch den Zellen der Schleimdrüsen, als denselben nahe verwandt, anzureihen.

Dieses Epithel geht von der Schleimhautoberfläche in die Magengrübchen über, wo die Zellen jedoch etwas niedriger sind.

Nur ausnahmsweise besitzen diese Zellen an der Oberfläche eine Cuticula wie im Darmepithel.

In der Cardia geht das einreihige Cylinderepithel des Magens unvermittelt in das geschichtete Pflasterepithel der Speiseröhre über.

Unter dem Epithel liegt die Tunica propria, welche in ihrer Zusammensetzung einer Kombination von zartem leimgebenden, fibrillären Bindegewebe und von einem, mehr oder minder zahlreiche Leukocyten enthaltenden, retikulären Gewebe entspricht (adenoides Gewebe). Die Leukocyten bilden im Magen

nur selten grössere Anhäufungen in Form von Solitärknötchen. Am häufigsten im Pylorus und in der Cardia (siehe Darm).

Die Tunica propria ist der Sitz aller Magendrüsen, deren wir drei Arten unterscheiden.

Am meisten verbreitet sind die eigentlichen Magendrüsen (Gl. gastricae propriae), auch Fundusdrüsen, Magensaftdrüsen, Labdrüsen oder Pepsindrüsen genannt. (Taf. XIII, Fig. 117.) Sie finden sich überall im Körper und Fundus des Magens verteilt. Es sind dies tubulöse Einzeldrüsen, welche sich manchmal teilen, einen leicht gewundenen Verlauf nehmen und die ganze Dicke der Tunica propria durchsetzen, indem sie bis zur Muscularis mucosae reichen. Gewöhnlich münden mehrere derselben in ein Magengrübchen, auf welches von der ganzen Dicke der Schleimhaut etwa $^1/_3$ entfällt, und welches man als Drüsenausführungsgang betrachten könnte. An den Drüsen kann man den in das Magengrübchen übergehenden Hals, den Körper und den blind endigenden Grund unterscheiden. Im ganzen ist die Lichtung der Drüse sehr eng.

Das diese Drüsen zusammensetzende Epithel weist zwei Arten von Zellen auf: Haupt- und Belegzellen (R. Heidenhain).

Die ersteren, auch adelomorphe Zellen (A. Rollett) genannt, bilden die Hauptmasse der Drüsenschläuche. Sie wirken mehr oder weniger gleichmässig bei der Begrenzung des Drüsenlumens zusammen, nur an einigen Stellen (im Halse) werden sie dabei von den ihnen beigemengten Zellen der zweiten Art unterstützt. Die Hauptzellen sind kegelförmige oder kubische Zellen, deren Grösse von dem Funktionszustande abhängt. Beim Hungern und am Anfange der Verdauung sind sie gross, mit der zunehmenden Dauer der Verdauung werden sie kleiner. Im frischen Zustande enthalten sie zahlreiche, stark lichtbrechende Körnchen, welche ähnlich wie in anderen Drüsen (Pancreas, Parotis) während der Sekretion in der Aussenzone der Zellen verschwinden, indem sie zur Bildung des Sekretes verwendet werden. Diese Körnchen stellen eine Vorstufe des Pepsins (Pepsinogen) dar. Sie lösen sich unter dem Einflusse der meisten Reagentien, deshalb erscheinen auch an Präparaten die eben besprochenen Zellen oft hell und durchsichtig.

Die zweite Art der Zellen: Belegzellen, welche von Rollett delomorphe Zellen benannt werden, sind grösser und widerstandsfähiger als die Hauptzellen. Sie sind innerhalb des Drüsen-

schlauches unregelmässig angeordnet. Die meisten derselben enthält der Drüsenhals, wo sie an Zahl die Hauptzellen oft übertreffen und mit den letzteren in einer Reihe liegen. Im Drüsenkörper nehmen sie an Zahl ab und kommen am Drüsengrunde nur spärlich vor oder können auch ganz fehlen. Im unteren Teile des Drüsenschlauches sind sie durch die Hauptzellen gleichsam aus der Reihe gegen die Peripherie zu verdrängt und wölben oft die die Drüsen begrenzende Membrana propria hervor. Einen klaren Begriff von dem Verhältnisse dieser Zellen zum Drüsenlumen giebt der Querschnitt der Drüsen. (Fig. 118.)

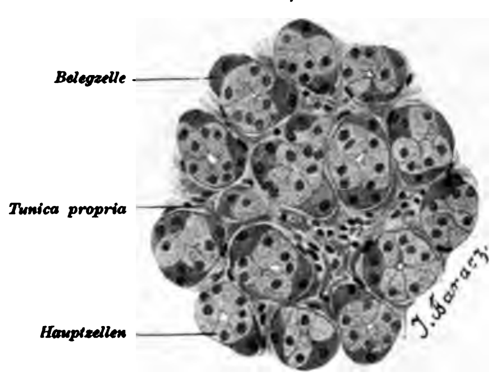


Fig. 118.

Quergeschnittene Drüsen aus dem Fundus der Maus.

Ca. 300 mal vergrössert.

Die Belegzellen sind rundliche oder rundlich-eckige feinkörnige Zellen, welche einen oder zwei kugelige Kerne enthalten. Sie sind am kleinsten im Hungerzustande und vergrössern sich während der Verdauung. Sie sind im frischen Zustande heller als die Hauptzellen, während sie an fixierten Präparaten meist dunkler als die letzteren erscheinen. Sie zeigen eine spezielle Affinität für gewisse Farbstoffe, z. B. für Eosin, Kongorot, neutralen Karmin u. a.

Auch jene Belegzellen, welche nicht direkt dem Drüsenlumen anliegen (vor allem am Drüsengrunde), stehen dennoch mit dem Lumen mittelst eines Sekretganges in Verbindung. Dieser zerfällt an der Belegzelle in feine Sekretkapillaren, welche dieselbe korbartig umflechten und sich überdies im Inneren der Zelle ausbreiten. Den Zellen, welche unmittelbar an die Lichtung grenzen, fehlt der gemeinsame Sekretgang, und die Sekretkapillaren münden direkt in das Drüsenlumen. (Figg. 119, 120.)



Fig. 119.

Längsschnitt einer Fundusdrüse der Maus.

Golgi-Imprägnation. Ca. 125 mal vergrössert.

Golgi's Methode, welche überhaupt Drüsensekrete schwärzt, hat für die Erforschung des Verhaltens dieser Korbkapillaren ausgezeichnete Dienste geleistet. Dieselben sind während der Verdauung breiter, weil sie mit Sekret angefüllt sind.

Die Belegzellen haben höchst wahrscheinlich die Aufgabe, die Säure des Magensaftes abzusondern.

Den zweiten Platz nehmen die sog. Pylorusdrüsen (Gl. pyloricae), welche auch Magenschleimdrüsen heissen, ein. (Taf. XIV, Fig. 121.) Sie unterscheiden sich von den vorigen dadurch, dass sie sich zahlreicher teilen, dass sie einen mehr gewundenen Verlauf haben, dass die Magengrübchen, in welche sie münden, gewöhnlich tiefer sind und beinahe die Hälfte der Dicke der ganzen Schleimhaut einnehmen, schliesslich, was für dieselben das am meisten charakteristische ist, dass sie bloss aus einer Art Zellen bestehen, welche den Hauptzellen der Fundusdrüsen sehr ähnlich sind. Im Hungerzustande sind diese Zellen kleiner.



Fig. 120.
Aus der Fundusdrüse der Maus.
In das Drüsenlumen münden Korbkapillaren, welche drei Belegzellen umfassen. Ca. 600 mal vergrössert.

Zwischen der Region der Fundus- und der der Pylorusdrüsen finden wir eine Übergangszone (intermediäre Zone), welche beide Formen von Drüsen, miteinander vermengt, enthält.

In dem unmittelbar an das Duodenum angrenzenden Pylorusabschnitt können neben den typischen Pylorusdrüsen auch Lieberkühn'sche und Brunner'sche Drüsen vorkommen, welch letztere gewisse mit den Pylorusdrüsen gemeinsame Eigentümlichkeiten besitzen. (Siehe Darm.)

Die dritte Art von Magendrüsen sind die sog. Cardiadrüsen, die der schmalen Zone der Schleimhaut beim Übertritt vom Oesophagus zum Magen eigentümlich sind. Ausserdem kommen sie nur noch in der Schleimhaut der Speiseröhre vor an den beiden oben beschriebenen Stellen. Es sind dies zusammengesetzte tubulöse Drüsen, deren Elemente jenen der Brunner'schen und Pylorusdrüsen sehr ähnlich sind. In diesen Drüsen werden Belegzellen nur ausnahmsweise vorgefunden.

Es ist bemerkenswert, dass man in der Cardia, ähnlich wie im Pylorus, manchmal nicht nur an der Oberfläche, sondern auch in den Drüsen das typische Darmepithel, d. i. Zellen mit gestreifter Cuticula, untermengt mit Becherzellen vorfindet. Diese

den Lieberkühn'schen Drüsen ganz gleichkommenden Tubuli reichen nicht so tief in die Tunica propria wie die nebenliegenden Cardiadrüsen, welch letztere sogar oft in die Lieberkühnschen Drüsen münden.

Die die Drüsenschläuche umgebende Membrana propria erscheint in Form eines zarten Häutchens, an dessen Innenfläche oft platte verästelte Zellen nachgewiesen werden können.

Angesichts dessen, dass die Magendrüsen sehr eng aneinander liegen, ist die Tunica propria sehr spärlich.

Unter ihr liegt die dritte Schicht der Schleimhaut, die sog. Muscularis mucosae, welche aus glatten Muskelzellen besteht. Die letzteren lagern sich gewöhnlich in zwei oder drei sich kreuzende, zur Oberfläche parallel ausgebreitete Schichten. Von ihnen zweigen sich senkrecht einzelne Züge der Muskelzellen ab und dringen zwischen die Drüsen ein.

Die Tunica submucosa besteht aus lockerem, fibrillären Bindegewebe, welches feine elastische Fasern, manchmal auch kleine Anhäufungen von Fettzellen enthält.

Die eigentliche Muskelhaut des Magens, welche im Gegensatz zur Muscularis mucosae, Muscularis externa genannt werden kann, besteht aus drei Schichten glatter Muskelzellen, welche jedoch keine kontinuierlichen Lagen bilden. Diese Schichten weisen verschiedene Richtungen des Verlaufes der Muskelzellen auf. Am innersten liegt die Schicht, deren Elemente schief verlaufen, nach aussen von ihr befinden sich Ringmuskeln, schliesslich ganz nach aussen Längsmuskeln. Dieser Verlauf wird jedoch durch die während der Entwickelung eintretende Drehung des Magens etwas verwischt und kompliziert.

Bei der Bildung des Sphincter pylori wirkt nur die innere und mittlere Schicht der Muskelhaut mit.

Serosa siehe Bauchfell.

Das Verhalten der Gefässe und Nerven des Magens wird mit jenem im Darme zusammen besprochen werden.

E. Der Darm.

Im Darm unterscheiden wir dieselben Schichten wie im Magen. (Taf. XV.) Die innerste, d. i. die das Lumen des Darmes unmittelbar umgebende Schicht ist die Schleimhaut des Darmes.

Ihre Oberfläche ist nicht glatt, sondern besitzt zwei Arten Erhabenheiten, deren Zweck es ist, die Oberfläche der Schleimhaut zu vergrössern. Es sind dies erstens die ringsum verlaufenden

Falten der Schleimhaut (Plicae conniventes Kerkringii), welche in dem oberen Abschnitt des Darmes besonders stark entwickelt sind, sodann Zotten, d. i. mehr oder weniger cylindrische Erhabenheiten der Schleimhaut, welche sich bloss im Dünndarm befinden. (Taf. XVI.) Sie erreichen die Höhe von 0·2 — 1 mm und sind je nach dem Abschnitt des Darmes, in welchem sie sich befinden, von verschiedener Form und Grösse. So sind sie im Duodenum blattförmig gestaltet, im Jejunum und Ileum ungefähr cylinderförmig, oft etwas keulenförmig verdickt. Im Duodenum liegen dieselben am dichtesten nebeneinander.

Neben diesen Erhabenheiten finden wir sowohl im Dünndarm als auch im Dickdarm Vertiefungen in Form einfacher tubulöser Drüsen (Lieberkühn'sche Drüsen), welche an der Basis der Zotten in die Tiefe der Tunica propria eintreten. Im Dickdarm sind diese Drüsen länger.

Die Schleimhaut des ganzen Darmes besteht aus a) dem einschichtigen Epithel, b) der Tunica propria, c) der Muscularis mucosae.

Das die ganze Schleimhaut bedeckende Epithel muss sich demnach sowohl über die Oberfläche derselben erheben, um die Zotten zu decken, als auch in die Tunica propria hinein sich vertiefen, um die Drüsen auszukleiden.

Die Zellen dieses Epithels (Taf. XII, Fig. 114 und Fig. 125) sind cylindrisch. Das Protoplasma ist feinkörnig und zeigt gewöhnlich eine feine fädige Struktur; ausserdem enthält sie oft Einschlüsse verschiedener Art in Form von Kügelchen und Körnchen. Die Kerne sind oval und liegen gewöhnlich in der unteren Hälfte der Zellen. Die Seitenflächen der Epithelzellen weisen keine Zellmembran auf; nur die freie Oberfläche der Zelle ist von einem charakteristischen feingestrichelten Cuticularsaum bedeckt. (Siehe Epithel S. 27.)

Das untere Ende der Epithelzellen läuft oft in eine Spitze aus und ist durch ein homogenes Häutchen (Basalmembran) von den tiefer liegenden Partien abgegrenzt.

Das Epithel der Drüsen unterscheidet sich nur unwesentlich von dem die Zotten bedeckenden Epithel und besitzt nur etwas niedrigere Zellen; auch ist der Cuticularsaum weniger stark entwickelt.

Unter solchen cylindrischen Epithelzellen finden wir Zellen einer anderen Form, welche Schleim produzieren: die sog. Becherzellen (siehe Epithelgewebe S. 33). Die sekretgefüllten Zellen

besitzen keine eigentliche Zellmembran, nur ein verdichtetes Ektoplasma, welches keiner Schleimmetamorphose unterliegt und der Crusta F. E. Schulze's entspricht. (Taf. XII, Fig. 114.) Die Zellen sind zwischen die Cylinderzellen verschieden reichlich eingemengt. In den Drüsen des Dickdarmes befinden sie sich in einer verhältnismässig grösseren Anzahl.

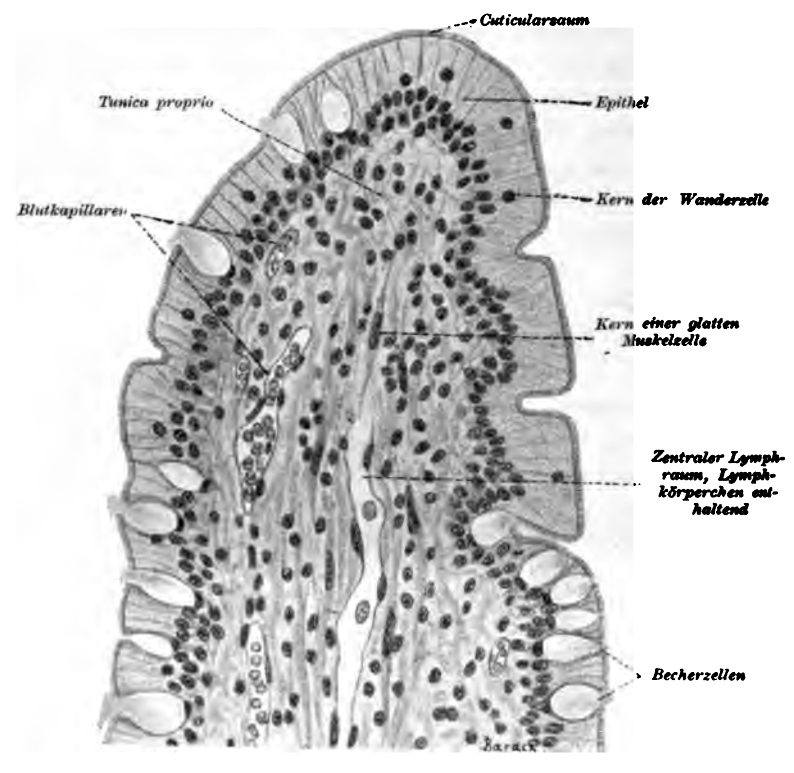


Fig. 125.

Längsschnitt durch eine Zottenspitze aus dem Dünndarm einer Katze. Ca. 450 mal vergrössert.

Es ist bis heute noch nicht völlig entschieden, ob die Becherzellen eine besondere Form von Zellen darstellen oder ob dieselben umgewandelte Zellen des Cylinderepithels sind. Einige Autoren behaupten nämlich, dass jede junge cylindrische Zelle die Fähigkeit besitzt, sich in eine Becherzelle umzuwandeln, dass somit die cylindrische Zelle eine Becherzelle im Ruhezustande darstellt; die Mehrheit der Autoren behauptet dagegen, dass die Becherzelle und die cylindrische Epithelzelle zwei getrennte und

spezifisch verschiedene Formen sind, und dass die Becherzellen im Zustande der Ruhe den eigentlichen Cylinderzellen nur ähnlich sind.

Viele halten dafür, dass die Schleimbildung in derselben Zelle wiederholt vor sich gehen kann. Im Hungerzustande, d. i. während der Ruhe unterliegen die Zellen der schleimigen Metamorphose, es vermehrt sich somit die Anzahl der Becherzellen in den Drüsen, dagegen wird während der Thätigkeit der Schleim nach aussen abgesondert, d. i. die Becherzellen verschwinden. Ebenso (wie die Thätigkeit) wirkt die Vergiftung mit Pilokarpin. Was die Regeneration des verbrauchten Epithels betrifft, so stellte Bizzozero auf Grund der Thatsache, dass in den Lieberkühn-schen Drüsen stetig viele Mitosen vorkommen und dieselben an der Oberfläche der Zotten beinahe ganz fehlen, eine interessante Theorie auf. Er sieht die Lieberkühn'schen Drüsen als Regenerationsherde der Epithelzellen an, welche an der Oberfläche des Darmes verbraucht wurden und zu Grunde gegangen sind. Er vermutet somit, dass solche junge Zellen aus den Lieberkühn'schen Drüsen nach oben verschoben werden, und die unbedeutenden Unterschiede des Epithels in der Drüse und an der Oberfläche der Zotten betrachtet er als Folge der Altersdifferenzen der Zellen derselben Art. Im Zusammenhange mit dieser Anschauung steht die Erklärung der Thatsache, warum in den Drüsen des Dickdarmes viel mehr Becherzellen vorgefunden werden als im Dünndarm: wahrscheinlich werden an der Oberfläche der Zotten die Epithelzellen sehr schnell verbraucht, und deshalb muss die Regeneration der Zellen und das Vorschieben derselben nach oben schnell vor sich gehen, so dass es gleichsam an Zeit mangelt, dass die Zellen die ganze Schleimmetamorphose innerhalb der Drüsen durchmachen können. Im Dickdarm, wo die Zotten fehlen, kann im Gegenteil die Schleimbildung noch im Bereich der Drüsen zu stande kommen, da bei dem langsamen Verbrauch der Epithelzellen auf der Oberfläche des Darmes auch das Vorschieben der Zellen langsamer vor sich geht.

Im Grunde der Lieberkühn'schen Drüsen finden sich noch eigentümliche, stark körnige sog. Paneth'sche Zellen, welche mehrere Autoren für Drüsenzellen besonderer Art, einige dagegen für Entwickelungsformen von Becherzellen halten.

Die Epithelzellen der Darmoberfläche sind durch eine Art Intercellularbrücken miteinander verbunden, welche in Form von längs der Zellen verlaufenden Leistchen auftreten; deshalb sind

sie nur an Querschnitten der Zellen, in den sog. Flachschnitten sichtbar. Man sieht hier, dass diese Zellen mittelst Protoplasmabrücken, zwischen welchen sich intercellulare Spalträume befinden, unmittelbar miteinander verbunden sind. Ein zusammenhängendes Netz von Kittstreifen schliesst nach aussen dieses ganze System von Intercellularräumen ab.

Die Hauptaufgabe des Darmepithels ist die Resorption. Auf welche Art dieselbe vor sich geht, konnte am leichtesten bei der Resorption des Fettes beobachtet werden. Man kann dieselbe nämlich an Präparaten leicht beobachten, welche mit der, Fett schwarz färbenden Osmiumsäure behandelt wurden. In welcher Form das Fett in die Epithelzellen eintritt, ist unbekannt. Es ist jedoch wahrscheinlich, dass das Fett nicht in Emulsionsform in dieselben eintritt, sondern von den Gallensäuren aufgelöst in Form von Fettsäuren resorbiert wird. In die Epithelzellen gelangt, werden die Fettsäuren wieder zu neutralem Fett synthetisiert, wobei natürlich die Epithelzellen die Hauptrolle spielen. Das Fett, welches durch den Cuticularsaum in die Zellen gelangte, schiebt sich weiter in Form kleiner Kügelchen in die Intercellularräume, durchzieht sodann die Basalmembran, welche durch ihre Konsistenz den Fettkügelchen keinen Widerstand leistet, gelangt schliesslich in die Lymphräume des Zottenparenchyms und sodann in das zentrale Chylusgefäss.

Dem Oberflächenepithel des Dickdarmes geht die Fähigkeit der Fettresorbtion ab (Czaplinski und Szymonowicz), obwohl dasselbe ähnlich dem des Dünndarmes einen deutlichen Cuticularsaum besitzt.

Die zweite wichtige Funktion des Darmepithels, nämlich die der Sekretion, verrichten vor allem die Becherzellen, indem sie Schleim absondern. Es ist wahrscheinlich, dass die Lieberkühn'schen Drüsen überdies auch andere Stoffe produzieren, welche zu den Bestandteilen des Darmsaftes gehören.

Die Tunica propria besteht aus retikulärem Bindegewebe, welches eine verschiedene Anzahl von Lymphzellen enthält; sie ist demnach eine Art adenoiden Gewebes. Nur eine geringe Menge desselben finden wir zwischen den Drüsen, welche ganz in ihm stecken; dann sehen wir dasselbe in den Zotten, deren mittlere Partie es bildet. Die Leukocyten sind in der ganzen Tunica propria zerstreut und bilden oft abgegrenzte dichte Ansammlungen in Form von Kugeln (Ballen) von 1–2 mm im Durchmesser. Dieselben liegen entweder abgesondert (Solitär-

follikel) oder sind gruppenweise gelagert (gehäufte Knötchen, Peyer'sche Plaques, Agmina Peyeri). Die im ganzen Nahrungsrohr zerstreuten Solitärknötchen findet man vor allem im Dünn- und Dickdarm. Ihre Entwickelung beginnt immer in der Tunica propria; sie nehmen die ganze Dicke vom Epithel, welches sie gewöhnlich nach aussen ausbuchten, bis zur Muscularis mucosae ein. Nach Mass der fortschreitenden Entwickelung durchbrechen sie die Muscularis mucosae, treten in die Tiefe ein und stecken sodann mit dem grösseren Teile in der Submucosa. Die Lieberkühn'schen Drüsen sind natürlich an dieser Stelle seitwärts geschoben, dasselbe geschieht auch öfters mit den Zotten. Da die Submucosa beim Anwachsen der Follikel einen geringeren Widerstand leistet als die Mucosa, nehmen sie gewöhnlich Birnenform an, wobei sie mit der breiteren Grundlage bis zur unteren Grenze der Submucosa reichen und mit dem oberen engeren Teile die Aussenfläche der Schleimhaut berühren.

Ihr Bau erinnert genau an die Follikel der Lymphknoten; in der Mitte ist immer ein Keimzentrum nachzuweisen. Die neugebildeten Leukocyten gelangen von hier zum Teil in die

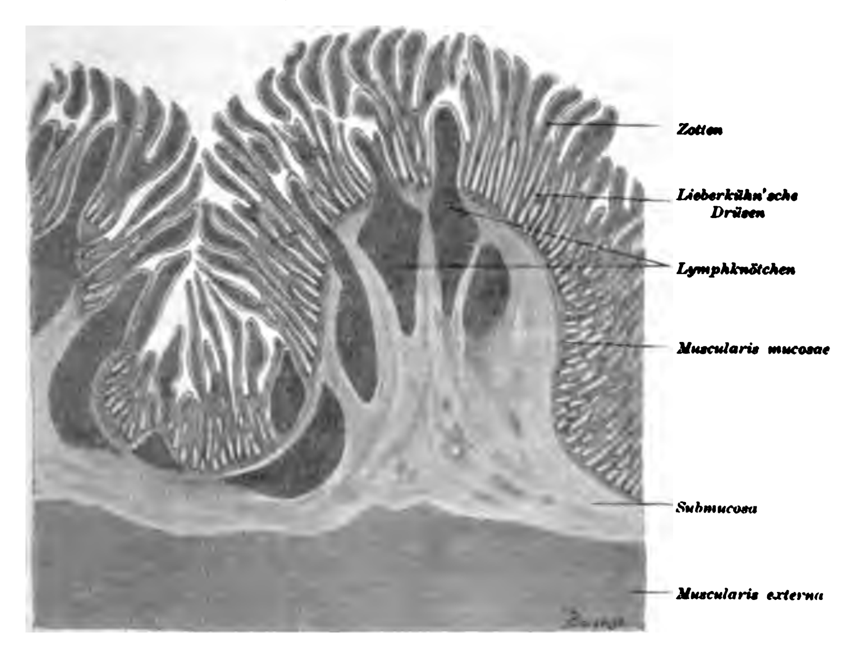


Fig. 126.

Querschnitt gehäufter Knötchen des Dünndarms einer Katze.

Nicht alle Knötchen sind in ihrer grössten Länge getroffen. Ca. 25 mal vergrössert.

Lymphgefässe, welche die Follikel umflechten, oder sie wandern zwischen den Zellen des überziehenden Epithels in die Darmhöhle.

Den Peyer'schen Haufen (Fig. 126) begegnen wir im Ileum. Es sind dies manchmal ganz grosse (einige cm lange), längliche Gebilde, welche aus mehreren (bis zu 60) nebeneinander gelagerten Follikeln zusammengesetzt sind. Dieselben liegen gewöhnlich so nahe aneinander, dass sie sich gegenseitig komprimieren und deformieren. Oft fliessen nebeneinander liegende Follikel zusammen, wovon uns die zahlreichen Keimzentren (so z. B. im Processus vermiformis) überzeugen.

Die Submucosa ist von der Tunica propria mucosae durch die Muscularis mucosae getrennt, welche letztere aus einer dünnen nach innen liegenden Schicht ringsverlaufender und nach aussen liegenden Schicht längsverlaufender glatter Muskelfasern besteht. Von der inneren Schicht der Muscularis mucosae trennen sich Züge von Muskelzellen ab, welche zwischen die Lieberkühn'schen Drüsen eintreten und längs in der Axe der Zotten verlaufen (Brücke). Diesen kontraktilen Elementen ist die Fähigkeit des Kürzerwerdens der Zotten zuzuschreiben.

Die Submucosa besteht aus lockerem fibrillären Bindegewebe und enthält bloss im Duodenum Drüsen, die nach dem Entdecker so genannten Brunner'schen Drüsen. (Taf. XV und XVII.) Es sind dies verästelte tubulöse Drüsen, deren ganzer Körper in der Submucosa steckt und deren Ausführungsgang die Muscularis mucosae durchdringt und selbständig zwischen oder in die Lieberkühn'schen Drüsen mündet.

Es muss hervorgehoben werden, dass wir die Brunner'schen Drüsen gleichfalls im Endstück des Pylorus neben den Pylorusdrüsen finden, wie auch andererseits, dass diese letzteren in den Anfang des Duodenum übergehen können.

Was die Drüsenzellen betrifft, so sind diese cylindrisch, feinkörnig und überhaupt den Zellen der Pylorusdrüsen ähnlich. Im Zustande der Absonderung werden sie kleiner und trüber als im Hungerzustande. Die blinden Enden der Drüsenschläuche sind oft alveolenartig erweitert. Rings um die Tubuli bemerkt man die strukturlose Basalmembran.

Ausserhalb der Submucosa befindet sich die Muscularis externa, welche aus zwei Schichten glatter Muskelfasern besteht, der inneren zirkulären, stark entwickelten und der äusseren longitudinalen. In dem Dickdarm ist die Muscularis longitudinalis überhaupt sehr dünn, nur in drei flachen Längsstreifen stark entwickelt (Taeniae coli). Die Ringsmuskulatur ist hier eben-

falls in gewissen Abschnitten stärker entwickelt, namentlich in den zwischen den Haustra liegenden Streifen. Um die Mündung des Rectum verdickt sich die Muscularis circularis zu einem starken Ring, um den Musculus sphincter ani internus zu bilden.

Blutgefässe, Lymphgefässe und Nerven des Magens und des Darmes.

Die Anordnung und das Verhalten der Blutgefässe im Magen und im Dickdarm sind einander so ähnlich, dass sie zusammen beschrieben werden können. Im Dünndarm ist ihr Verhalten wegen des Vorhandenseins der Zotten nur unwesentlich verändert.

Die arteriellen Gefässe treten von aussen an die Darmwand, durchdringen die äusseren Schichten derselben und gelangen zur Submucosa. Unterwegs geben sie seitwärts sehr feine Ästchen zum Peritonealüberzug und zur Muscularis externa ab, wo sie in ein Kapillarnetz zerfallen. Zur Submucosa gelangt, teilen sie sich vielfach und bilden ein starkes Flächennetz. Die von diesem Netze nach oben sich abzweigenden Ästchen schlagen die Muscularis mucosae durch und bilden am Grunde der Drüsenschläuche innerhalb des Stratum proprium ein zweites feineres Flächennetz. Aus dem letzteren gehen die Endästchen hervor, welche in ein feines Kapillarsystem zerfallen. Dieses gelangt bis zur Oberfläche der Schleimhaut, umflicht reichlich die Drüsenschläuche, umgiebt die Drüsenmündungen kranzartig und giebt den venösen, nach unten verlaufenden Stämmchen den Ursprung. Diese bilden schon unten im Stratum proprium ein venöses Flächennetz. Von hier verlaufen sie gewöhnlich parallel zu den Arterienstämmchen, bilden noch einmal ein der Fläche nach ausgebreitetes Netz in der Submucosa und verlaufen nach der Aussenseite der Darmwand.

Haben wir es mit einem Teile des mit Zotten versehenen Darmes zu thun, so sehen wir, wie ein Teil der arteriellen Endästchen sich von dem subglandulären Flächennetz abzweigt und, ohne unterwegs in Kapillaren zu zerfallen, zwischen den Drüsen aufwärts verläuft. So bis zur Basis der Zotten angelangt, zerfallen sie entweder gleich unten oder erst höher in der Zotte in Kapillaren, welche knapp unter der Basalmembran verlaufen. Bei manchen Tieren reicht die Arterie bis zur Spitze der Zotte und geht erst hier in das Kapillarnetz über, von welchem natürlich kleine Venen ausgehen, welche in das subglanduläre Venennetz münden. (Taf. XVIII, Fig. 128.)

Die Brunner'schen Drüsen werden von einem Netz von Kapillaren umsponnen, welche von den submucösen Stämmchen ausgehen.

Die Lymphfollikel werden, je nach ihrer Lage, teils durch Ästchen der Submucosa, teils durch jene der Tunica propria versehen. Dieselben zerfallen an der Aussenfläche der Follikel in ein oberflächliches Kapillarnetz, von welchem sich gegen das Innere kleine Ästchen abzweigen; diese erreichen jedoch gewöhnlich das Zentrum des Follikels nicht, sondern biegen sich wieder nach aussen als Schlingen um.

Die ersten Anfänge der mit plattem Epithel abgegrenzten Chylusgefässe finden wir im Magen und Dickdarm zwischen den Drüsen, im Dünndarm dagegen in der Achse der Zotten als zentrale Chylusgefässe. Diese Anfänge der Lymphgefässe enden im oberen Teil der Zotte blind und weisen, in die tieferen Partien eindringend, nur wenig zahlreiche Anastomosen untereinander auf. Unterhalb der Lieberkühn'schen Drüsen bilden dieselben ein dichtes Flächennetz, welches mittelst zahlreicher Verbindungen mit einem zweiten, gröberen, in der Submucosa liegenden Flächennetze im Zusammenhange steht. Die ableitenden Gefässchen durchdringen die Muscularis und nehmen unterwegs Lymphgefässe in sich auf, welche aus zahlreichen Lymphkapillaren beider Schichten der Muscularis entstanden sind, und welche zwischen der Längs- und Ringsfaserschicht ein interlaminäres Netz gebildet haben. Die Lymphgefässe dringen, nachdem sie die Wand des Darmes verlassen haben, zwischen die Blätter des Mesenterium ein. Rings um die Follikel bilden die Lymphgefässe zahlreiche (oft sinusartig erweiterte) Verästelungen, welche in den Peyer'schen Haufen zwischen die Interstitien der Follikel eintreten.

Die Nerven des Nahrungsrohres stammen hauptsächlich vom Sympathicus ab. Die marklosen Fasern bilden, nachdem sie die Längsmuskelschicht durchbrochen haben, an der Grenze zwischen beiden Schichten der Muscularis externa ein Geflecht — Plexus myentericus (s. Auerbachi). In den Knotenpunkten liegen zahlreiche, grösstenteils multipolare Ganglienzellen, von welchen neue marklose Fasern ausgehen. Diese Zellen besitzen nämlich nur je einen Neurit und mehrere Dendriten, mit welchen sie andere sympathische Zellen des Ganglion umflechten. Dieses Geflecht innerviert die Muscularis externa.

In der Submucosa des Nahrungsrohres finden wir ein zweites

Geflecht, das Meissner'sche, mit kleineren Maschen und kleineren Ganglienzellengruppen. Von diesem Geflecht gehen Nervenfasern aus, welche in der Submucosa, Muscularis mucosae und in der Schleimhaut endigen, wobei ein Teil der Fasern bis zu den Zotten gelangt und knapp unter dem Epithel mit kleinen Anschwellungen endigt.

F. Die Bauchspeicheldrüse (Pancreas).

Das Pancreas ist, ähnlich den Speicheldrüsen, eine zusammengesetzte tubulöse Drüse, welche durch das eindringende Bindegewebe in einzelne Läppchen geteilt wird. Seine Ausführungsgänge (Ductus pancreaticus s. Wirsungianus und Duct. pancr. accessorius s. Santorinianus) sind von einem einschichtigen Cylinderepithel und einer Schicht von Bindegewebe gebildet und besitzen in der Wand kleine Schleimdrüsen.

Die interlobulär verlaufenden Äste des Ausführungsganges gehen unmittelbar ohne Vermittlung von Speichelröhren mit gestreiften Zellen in dünne Schaltstücke über, welche mit platten Epithelzellen ausgekleidet sind. Diese setzen sich in die secernierenden Endstücke der Drüse fort.

Die Drüsenzellen der Endstücke entsprechen den der Eiweissdrüsen und haben mit jenen der Parotis gewisse Ähnlichkeit. Es sind dies charakteristische kegelförmige Zellen, deren dem Lumen zugewendete Partie starkglänzende Körnchen: „Zymogenkörnchen“ aufweist. Die Kerne liegen im äusseren nicht granulierten Teile. Die Anzahl der Zymogenkörnchen, sowie das Verhältnis des inneren körnigen

Fig. 129.

Aus einem Schnitt vom Pancreas eines Hundes.

Ca. 175 mal vergrössert.

und des äusseren hellen Teiles der Zelle ändert sich mit dem Zustande der Drüse. Die Verdauung zieht nämlich eine Abnahme, ja sogar das Verschwinden der Körnchen unter gleichzeitiger Zunahme der hellen Aussenzone nach sich. Im Hungerzustande nimmt die Anzahl der Körnchen zu und die granulierte Innenzone nimmt mehr als die Hälfte der Zelle ein; es werden somit während des Ruhezustandes die Körnchen als Vorstufen des Drüsensekretes gebildet, um während der Sekretion verbraucht zu werden.

Bei den secernierenden Zellen wurde der sog. Nebenkern beschrieben (M. Nussbaum), dessen Entstehung und Bedeutung bisher nicht klargelegt ist. Die Mehrheit der Autoren nimmt an, dass es ausgewanderte Kernkörperchen sind, andere, dass es sich hier um Abschnürung eines Teiles des Kernes handle, andere behaupten, dass sie protoplasmatischer Natur sind, schliesslich hielt man sie für Kunstprodukte, ja selbst für Parasiten. Es sind dies sichelförmige, kugelige oder stäbchenförmige Gebilde, welche sich leicht färben lassen und hauptsächlich bei verdauenden Tieren auftreten. Der letztere Umstand könnte für die Abhängigkeit ihres Erscheinens von der Absonderungsthätigkeit sprechen. Die Mehrzahl der Autoren hält dafür, dass die Nebenkerne sich an der Zymogenerzeugung beteiligen. Wie in anderen Eiweissdrüsen sind auch hier intercelluläre Sekretkapillaren vorhanden.

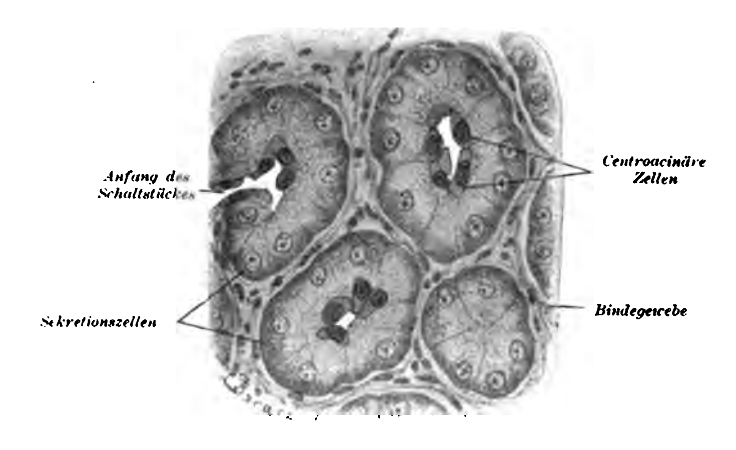


Fig. 130.

Aus einem Schnitt vom Pancreas einer Katze.

Ca. 580 mal vergrössert.

Im Zentrum der Hauptstücke findet man oft platte Elemente, welche der Innenseite der eigentlichen Drüsenzellen anliegen. Diese „centroacinären“ Zellen (Langerhans) müssen als direkte Fortsetzung des Schaltstückepithels in das Innere des Hauptstückes betrachtet werden.

Die Tubuli sind von einer homogenen Membrana propria mit Korbzellen umgeben.

Im Innern der Läppchen sind kleine Haufen von Zellen vorhanden, welche zum erstenmal von Langerhans beschrieben wurden und sich von den Drüsenzellen der Endstücke dadurch unterscheiden, dass ihnen die körnige Innenzone fehlt. Diese Zellenhaufen enthalten reichliche, weite Kapillargefässe, welche zwischen die Zellen so verteilt sind, dass die letzteren in Stränge angeordnet direkt der äusserst dünnen Gefässwand anliegen. In dieser Beziehung zeigen sie eine grosse Ähnlichkeit mit manchen Drüsen mit innerer Sekretion (Nebenniere, Hypophysis), was schon allein die Wahrscheinlichkeit zulässt, dass diese Zellen ein Sekret in das Blut abgeben.

Gefässe und Nerven verhalten sich ähnlich wie jene der Speicheldrüsen. Bei der Katze findet man im Bindegewebe der Drüse viele Pacini'sche Körperchen. (Siehe Nervenendigungen.)

G. Die Leber.

Die Leber ist eine tubulöse, zusammengesetzte Drüse (bei den Cyclostomen) oder eine tubulöse netzartige Drüse (bei anderen Wirbeltieren), wo die Tubuli durch zahlreiche Anastomosen verbunden sind.

Die Leber der Säugetiere hat die charakteristische Eigentümlichkeit, dass sie aus sog. Leberläppchen besteht.

Die letzteren entstehen auf die Art, dass das Bindegewebe, welches als Capsula Glissoni die Oberfläche der ganzen Leber überzieht, in das Innere dieses Organes eintritt und dasselbe in Läppchen (Lobuli hepatici) teilt (interlobuläres Bindegewebe). Diese Leberläppchen erscheinen eigentlich als oben abgerundete, unten abgestutzte, vielseitige Prismen. Dieser lobuläre Bau tritt vor allem bei jenen Tieren deutlich auf, bei welchen das Bindegewebe stark entwickelt ist (Schwein, Fig. 131). Von diesem Bau der Leber überzeugen uns die polygonalen Felder, welche sich am Durchschnitt oder an der Oberfläche der Leber abzeichnen.

Jedes Läppchen zeigt eine radiäre Anordnung der Leber-

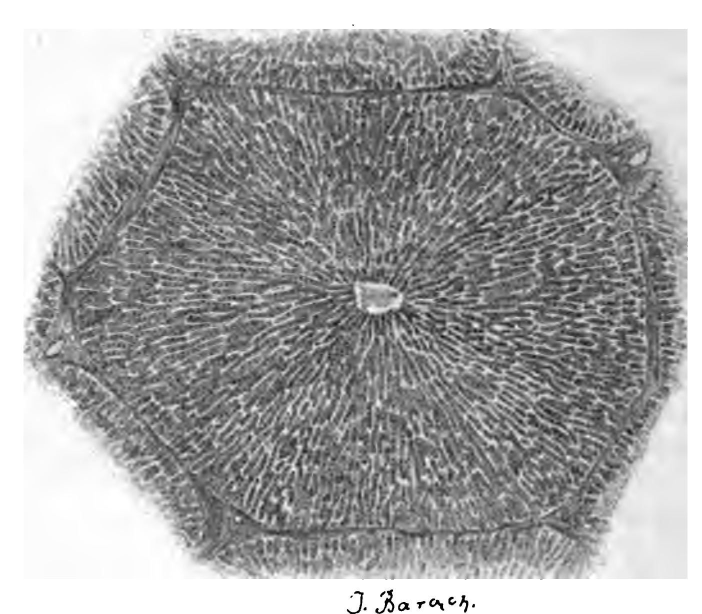


Fig. 131.

Querschnitt eines Leberläppchens des Schweines.

In der Mitte eine Vene centralis; das interlobuläre Bindegewebe umgrenzt das ganze Läppchen. 35 mal vergrössert.

zellenreihen. Diese *Leberzellenbälkchen* sind durch Gefässkapillaren geschieden, welche ebenfalls radiär verlaufen und die Peripherie des Läppchens mit der zentral liegenden Vena centralis verbinden. Sowohl die Leberzellenbälkchen, als auch die Gefässkapillaren anastomosieren oft untereinander.

Die Drüsenzellen der Leber sind polyedrische, membranlose Gebilde und besitzen ein feinkörnig-fibrilläres Protoplasma, welches in der zentralen Partie der Zelle oft ein weitmaschiges, an der Oberfläche dagegen ein viel dichteres Netz bildet. Der Zellenkörper enthält oft Fetttröpfchen, Glycogen, Gallentröpfchen und Pigmentkörnchen. Die Leberzellen besitzen gewöhnlich einen, ziemlich oft auch zwei rundliche Kerne.

Zwischen den Leberzellen verlaufen im Zickzack die *Gallenkapillaren* der Art, dass sie am häufigsten durch zwei, manchmal drei, vier, ja sogar durch fünf Zellen begrenzt werden. (Fig. 132.) Im letzteren Falle kann die Gallenkapillare mit einem Endstück der Speicheldrüse verglichen werden, welches ebenfalls durch mehrere Zellen begrenzt wird. Verläuft die Kapillare bloss zwischen zwei Zellen, so entsteht sie auf die Art, dass rinnen-

förmige Vertiefungen an den Flächen zweier nebeneinander liegenden Leberzellen sich zu kleinen Röhrchen verbinden. In Fällen, in welchen mehr als zwei Zellen die Begrenzung der Gallenkapillare bilden, verläuft letztere an der Kante dieser Zellen.

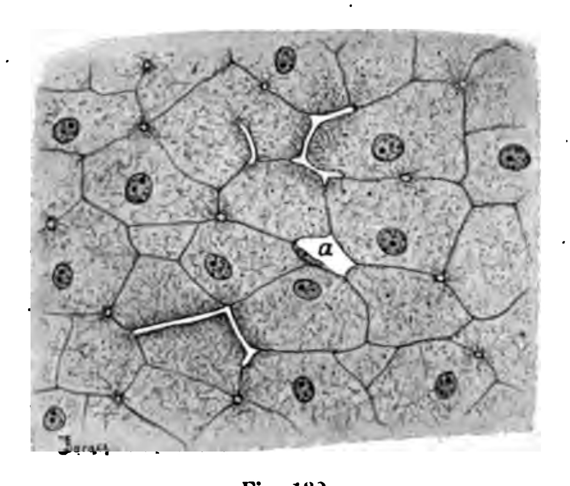


Fig. 132.

Aus einem feinen Schnitte durch die Leber eines Siredon.

a = Blutkapillare. Die feinen Gänge = längs- und querdurchschnittene Gallenkapillaren. Ca. 325 mal vergrössert.

Die Gallenkapillaren besitzen keine eigenen Wände, sondern sind direkt von einer verdichteten oberflächlichen Schicht des Zellenprotoplasmas (Ektoplasma — Geberg, R. Krause) begrenzt. Es scheint, dass die Gallenwege innerhalb der Zellen in ähnlichen Kanälchen, wie die Sekretkapillaren in den Belegzellen der Fundusdrüsen ihren Ursprung nehmen. (Fig. 133) Nach Browicz muss sogar der Anfang der Gallenkapillaren in den Kern der Leberzelle verlegt werden, denn es gelang ihm, innerhalb des Kernes Gallentröpfchen zu finden Für den intraprotoplasmatischen Ursprung der Sekretkapillaren sprechen ebenfalls die sog. Sekretvacuolen, welche in der Zelle stecken und mit den Gallenkapillaren in Verbindung stehen.

Mittelst der Methode Golgi's kann man den Verlauf der Gallengänge und das Vorhandensein dieser Sekretvacuolen klar nachweisen. Diese letzteren betrachten einige als Gallentröpfchen, welche sich im Zellenleib gebildet haben und welche, nachdem sie eine gewisse Grösse erreicht haben, ihren Inhalt in die intercellular verlaufende Gallenkapillare ergiessen; es wären dies also vorübergehende Bildungen, welche den thätigen Zustand der Leberzellen kennzeichnen würden Andere halten dieselben für den Ausdruck stabiler intracellularer Gallenwege, welche manchmal Galle enthalten, manchmal gallenfrei sind (Browicz).

Bei den Säugetieren anastomosieren oft die Gallenkanälchen

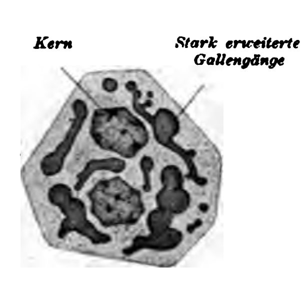


Fig. 133.

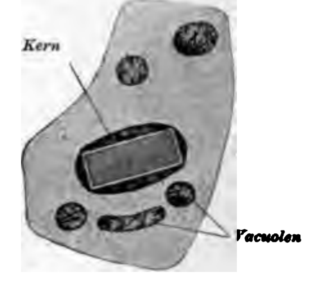


Fig. 134.

Fig. 133.

Zweikernige Leberzelle von der eine Gallenstauung aufweisenden menschlichen Leber.

Intracelluläre, verschieden getroffene Gallengänge sind stark erweitert.

Fig. 134.

Eine Leberzelle des Hundes.

Im Kern ist ein Hämoglobinkrystall zu sehen; in den Vacuolen des Zellkörpers dagegen sieht man braune, nadelförmige Methämoglobinkrystalle, als Folge des Hineingelangens von flüssigem Hämoglobin in die Leberzelle (nach intravenöser Hämoglobininjektion). Beide Figuren nach Präparaten von Professor Browicz. Ca. 700 mal vergrössert.

mit einander, indem sie ein Netzwerk bilden, in dessen Maschen die Leberzellen liegen. Die Leberzellen sind durch die Gallenkapillaren gleichsam umflochten, denn diese verlaufen an mehreren Flächen der Zelle.

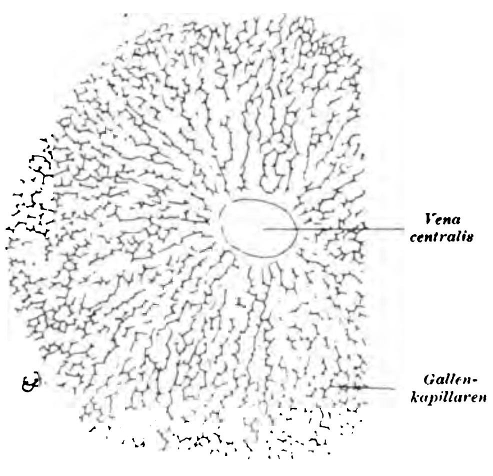


Fig. 135.

Gallenkapillaren in einem Leberläppchen des Kaninchens (Chromsilbermethode).

Ca. 80 mal vergrössert.

Sämtliche Kanälchen, welche im Bereiche des Leberläppchens verlaufen, besitzen keine eigenen Wände. Diese letzteren treten erst interlobulär auf, wo die feinsten **interlobulären Gallengänge** von niedrigen, kubischen Epithelzellen begrenzt werden, welche letztere an der Oberfläche einen glänzenden Cuticularsaum besitzen. Dieser geht direkt in die Wand der Gallenkapillaren, über d. i. in

das verdichtete Ektoplasma der Leberzellen. Nach aussen sind diese Gänge von einer strukturlosen Membrana propria begrenzt. Die Wand grösserer Gallengänge besteht aus einschichtigem Cylinderepithel und einer bindegewebigen Hülle.

Das interlobuläre Bindegewebe ist, wie wir bereits bemerkten, eine Fortsetzung der Capsula fibrosa Glissonii, welche die ganze Leber bedeckt und aus Bindegewebs- und elastischen Fasern besteht. In das Innere der Läppchen dringt nur ein geringer Teil des Bindegewebes ein. Dasselbe tritt hier in Form von Gitterfasern auf. Es sind dies äusserst feine, zumeist radiär angeordnete, die Blutkapillaren begleitende und umspinnende Fasern, welche erst mit speziellen Methoden (Goldchloridmethode) nachweisbar sind.

Die Leber erhält das Blut aus zwei Quellen. (Taf. XIX, Fig. 137.) Das durch die Arteria hepatica der Leber zugeführte arterielle Blut bildet nur einen geringen Teil, den grössten Teil bildet das venöse Blut, welches der Leber durch die Vena portae zugeführt wird. Dieses venöse Blut hat nicht nur die Aufgabe, das Material für die Gallenbereitung zu liefern, sondern überdies auch jenen Teil des Leberparenchyms zu ernähren, den die Arterien nicht erreichen d. i. den intralobulär gelegenen Teil.

Die Vena portae (Taf. XIX, Fig. 136) teilt sich innerhalb des interlobulären Bindegewebes in feine Äste, welche an der Peripherie der Leberläppchen in ein Kapillarnetz zerfallen, welches in Lücken zwischen den Leberzellenbälkchen sich befindet. Infolgedessen hat auch dieses venöse Kapillarsystem bei den Säugetieren eine radiäre Anordnung. Dieses dichte Kapillarnetz nimmt die Richtung gegen das Zentrum des Läppchens, wo sich das Blut in der, die Achse des Leberläppchens einnehmenden Vena centralis s. intralobularis sammelt. Die Venae centrales münden an der abgestutzten Basis der Lobi in die dort verlaufende Vena sublobularis, deren mehrere zusammen die, das Blut zur Vena cava inferior ableitenden, Venae hepaticae bilden. (Taf. XIX, Fig. 137.)

Die arteriellen Blutgefässe (Arteria hepatica) spielen bei der Versorgung der Leber mit Blut eine untergeordnete Rolle. Ihre Kapillarausbreitung beschränkt sich fast ausschliesslich auf das interlobuläre Bindegewebe, wo sie grössere Gallengänge und Venen ernährt. Die durch das Zusammenfliessen der Kapillaren der Leberarterie entstandenen Venen ergiessen ihr

Blut entweder in die interlobulären Venen oder dieselben münden, in das Innere der Läppchen eintretend, in die Anfänge der intralobulären Pfortaderkapillaren. Diese Venen bilden die sog. inneren Pfortaderwurzeln.

Ausser dem intracellulären Gallenkanälchensystem, welches Ausfuhrwege der Leberzellen repräsentiert (Fig. 133), bestehen nach Browicz innerhalb der Leberzellen besondere Einfuhrwege — Ernährungswege — die sich in Form eines äusserst feinen Kanälchensystems, welches zu den Blutkapillaren in enger Beziehung steht, darstellen. Mittelst dieser Ernährungskanälchen werden als Nähr- und Funktionsmaterial, ausser flüssigen Nährstoffen, rote Blutzellen zugeführt, welche endlich bis in den Kern der Leberzelle gelangen, hier unter dem Einflusse der Kernsubstanz gelöst werden und das Material für die Bildung von Gallenfarbstoffen liefern. Die letzteren sammeln sich in den intracellulären Gallengängen und werden von der Zelle abgegeben. Angesichts dessen ist dem Kern der Leberzelle eine sekretorische (gallenfarbstoffbildende) Funktion zuzuschreiben.

Der im Körper und im Kerne der Leberzelle enthaltene Blutfarbstoff kann unter entsprechenden Bedingungen krystallisieren. (Fig. 134.)

Als zur Wandung der intralobulären Blutkapillaren gehörige seien hier noch die sog. v. Kupffer'schen Sternzellen erwähnt. Diese von v. Kupffer längst beschriebenen Gebilde waren früher als perivasculäre Bindegewebszellen gedeutet. Die Forschungen der letzten Jahre (Browicz, v. Kupffer) haben jedoch dargethan, dass diese Zellen zur epithelialen Auskleidung der Pfortaderkapillaren gehören. Unter den Epithelzellen, wie sie gewöhnlich die Kapillaren auskleiden, sind hier grosse, fein granulierte, in das Lumen stark hineinragende Zellen, welche mit hervorragenden phagocytären Eigenschaften ausgestattet sind, zu sehen; es werden von ihnen fein verteilte Fremdkörper, neben den weissen und roten Blutzellen aus dem Blute aufgenommen. Der Umstand, dass die Erythrocyten innerhalb dieser Zellen in kleine Partikel zerteilt werden, und weiteren Veränderungen unterliegen und dass innerhalb dieser Zellen Pigmentschollen sich vorfinden, scheint für die farbstoffbildende Rolle dieser Gebilde zu sprechen (Browicz).

Die Lymphgefässe bilden teilweise ein dichtes Geflecht in der Leberkapsel (oberflächliche Lymphgefässe), teils treten sie als tiefe Lymphgefässe zwischen die Läppchen ein, indem

sie die Blutgefässe begleiten; sie verlängern sich in das Innere der Lobuli, indem sie in perivasculäre Lymphräume übergehen, welche die Blutkapillaren scheidenartig umhüllen.

Die Nerven der Leber bestehen meist aus marklosen Fasern. Dieselben bilden im interlobulären Bindegewebe Geflechte um die Blutgefässe und Gallengänge; ein Teil derselben endigt interlobulär, der andere dringt dagegen in die Läppchen ein und endigt zwischen den Zellen knopfförmig oder gabelig geteilt.

Der Hauptausführungsgang besteht aus der Mucosa und Submucosa. Die erstere besteht aus einschichtigem Cylinderepithel und der Tunica propria, welche kleine, schlauchförmige Schleimdrüsen (Gallengangdrüsen) und glatte Muskelfasern enthält. Die Gallenblase ist mit hohen Cylinderepithelzellen ausgekleidet, besitzt in der Wand eine geringe Anzahl Schleimdrüsen und eine kontinuierliche Lage sich kreuzender glatter Muskelzellen. Die Schleimhaut der Gallenblase weist an der Oberfläche sich kreuzende Falten auf.

H. Das Bauchfell (Peritoneum).

Das Bauchfell kleidet die ganze Bauchhöhle aus und überzieht die Organe derselben, indem es die sog. Tunica serosa bildet.

Das Bauchfell ist eine feine Haut, welche aus einer Bindegewebslage und einer einfachen Lage platter Epithelzellen besteht, welche letztere seine freie Oberfläche bedecken.

Diese Zellen sind gewöhnlich polygonal.

Die Bindegewebslage besteht aus sich kreuzenden Bindegewebsbündeln, enthält zahlreiche elastische Fasernetze und besonders bei jungen Individuen zahlreiche Bindegewebszellen.

Im grossen Netze, wie auch in der mittleren Partie des kleinen Netzes kreuzen sich die Bindegewebsbündel in der Art, dass sie ein Netzwerk mit rundlichen oder polygonalen Maschen bilden; die Bindegewebsstränge sind allerseits von platten Epithelzellen überkleidet.

Das Bauchfell verbindet sich mit den unterliegenden Partien mittelst, zahlreiche elastische Fasern und Fett enthaltenden, lockeren Bindegewebes. Dieses sog. subseröse Bindegewebe ist an verschiedenen Orten verschieden stark entwickelt; an dem Darm und an der Leber ist es so spärlich, dass man es als eine besondere Schicht nicht unterscheiden kann und infolgedessen

haftet das Bauchfell hier an seiner Unterlage fest und unverschieblich.

Die Blutversorgung geschieht mittelst weitmaschiger Kapillarnetze.

Die Lymphgefässe verlaufen in Netzen teils in den oberflächlichen, teils in den tiefen Schichten des Bauchfelles.

Spärliche marklose Nervenfasern bilden Geflechte und endigen entweder frei oder in Form von Pacini'schen Körperchen.

III. Atmungssystem.

A. Der Kehlkopf und die Luftröhre.

Die Schleimhaut des Kehlkopfes besitzt ebenso, wie die der Trachea ein mehrreihiges, flimmerndes Epithel, dessen Flimmern sich gegen die Rachenhöhle bewegen. Nur an den wahren Stimmbändern, an der Hinterfläche der Epiglottis und der Innenfläche der Giessbeckenknorpel findet man ein geschichtetes Pflasterepithel. An diesen Stellen bildet die Tunica propria kleine Papillen.

Die aus Bindegewebs- und elastischen Fasern zusammengesetzte Tunica propria enthält Leukocyten in wechselnder Menge und bildet an der Epithelgrenze eine homogene Basalmembran (Membrana propria). Die Basalmembran entsteht durch die Verdichtung der bindegewebigen Fasern des subepithelialen Gewebes. Selten kommt es hier zur Bildung von Solitärknötchen. In der Tunica propria der Luftröhre sind zahlreiche glatte Muskelzellen zerstreut, welche an der hinteren Wand der Trachea zu einer bedeutenden Entwickelung gelangen und die Enden der C-förmigen Knorpelbögen vereinigen. Die Submucosa ist die Trägerin verästelter tubulöser Schleimdrüsen, welche in der Hinterwand der Trachea am grössten sind und hier oft die Muskellage durchbohren.

Das knorpelige Gerüst des Kehlkopfes und der Luftröhre wird aus hyalinem Knorpel gebildet. Eine Ausnahme bilden in dieser Beziehung der Kehldeckel, die Wrisberg'schen und Santorinischen Knorpel, der Processus vocalis des Giessbeckenknorpels und der mediale Teil des Schildknorpels, welche aus elastischem Knorpel bestehen.

Die Blut- und Lymphgefässe bilden einige, der Fläche nach ausgebreitete und miteinander zusammenhängende Netze. Die Nerven weisen in ihrem Verlaufe kleine Ganglien auf. Sie

enden teils subepithelial, teils intraepithelial. An der hinteren Fläche der Epiglottis sind kleine Geschmacksknospen vorhanden.

B. Die Bronchen und die Lungen.

Die Luftröhre zerfällt in Bronchen, von welchen die grössten im Baue sich gar nicht von der ersteren unterscheiden.

Die in Längsfalten gelegte Schleimhaut (Taf. XX. Fig. 138) weist an der Oberfläche ein mehrreihiges Flimmerepithel auf, welches beigemengte Becherzellen enthält. Die Schleimhaut der feineren Bronchialäste besitzt ein einschichtiges Flimmerepithel.

Die Tunica propria besteht aus Bindegewebs- und zahlreichen elastischen Fasern, welchen Leukocyten beigemengt sind. Die glatten Muskelzellen bilden hier eine zirkulär verlaufende Lage. Die Schleimdrüsen durchdringen die Muskellage und fehlen erst in jenen Bronchialästen, deren Durchmesser kleiner ist als 1 mm; dies ist ebenfalls die Grenze, bis zu welcher die mehr nach aussen liegenden Knorpel reichen. In grösseren Bronchen haben dieselben die Gestalt von Halbringen, in kleineren Bronchialästen dagegen gewöhnlich jene von unregelmässigen Plättchen, welche an mehreren Seiten in die Wand eingelagert sind.

Nach aussen sind die Knorpel von der Faserhaut umhüllt. Diese besteht aus Bindegewebs- und elastischen Fasern und enthält Gefässe und Nerven, welche mit den Bronchen zusammen verlaufen.

Einen solchen Bau haben die Bronchialäste bis zu einem Durchmesser von 1 mm; diese zerfallen sodann in feinere Bronchioli (von circa $^1/_2$ mm Durchmesser), in welchen Knorpel und Drüsen fehlen und die von einem einschichtigen Flimmerepithel mit Becherzellen ausgekleidet sind. Die Muskellage umgiebt zirkulär auch diese Bronchen und bewirkt, wenn sie sich zusammenzieht, die Lagerung der Schleimhaut in Längsfalten.

Bisher hatten wir es mit den Ausführungsgängen der Lungen zu thun, jetzt gehen wir zum respiratorischen Teil über. Wenn nämlich die letzten mit einschichtigem Flimmerepithel ausgekleideten Bronchiolen sich teilen, gehen sie in sog. respiratorische Bronchiolen über, welche durch das Auftreten von Alveolen, d. i. halbkugelförmigen Ausbuchtungen und sogenanntem respiratorischen Epithel charakterisiert sind. (Fig. 139.)

Das den Anfangsabschnitt der respiratorischen Bronchiolen auskleidende Flimmerepithel wird bald kubisch und vermengt

sich sogar mit einer zweiten Art des Epithels, welches aus feinen kernlosen Plättchen besteht. Beide Epithelarten sind derart angeordnet, dass Gruppen der ersteren in Form von Inseln auftreten, welche von kernlosen Epithelzellen umgeben sind. Dieses aus zweierlei Zellen bestehende Epithel heisst zusammengenommen das respiratorische Epithel (Fr. E. Schulze).

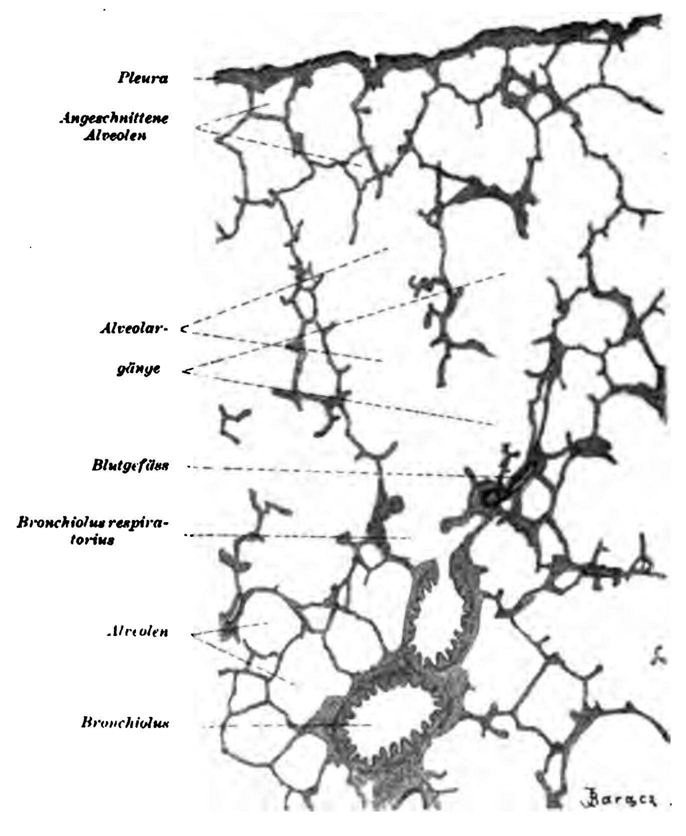


Fig. 139.

Schnitt eines Stückes durch die Lunge einer Katze.
Der Bronchiolus respiratorus teilt sich in zwei Äste. Ca. 50 mal vergrössert.

Indem die respiratorischen Bronchiolen sich weiter teilen, bilden sie die sog. Alveolengänge, welche allseitig dicht mit Alveolen besetzt sind. Diese teilen sich wieder und setzen sich endlich in blinde Endäste fort. Da die letzteren manchmal trichterförmig erweitert sind, wurden sie Infundibula genannt. Alle Wände der Endäste sind mit Alveolen dicht besetzt; die letzteren bilden gleichsam eine Ausbuchtung der Endäste und stehen natür-

lich mit dem Lumen derselben mittelst breiter Öffnungen, welche die Basis der Alveolen einnehmen, in Verbindung. Überdies sind die benachbarten Alveolen mittelst Kommunikationsöffnungen, welche in den sie trennenden Scheidewänden bestehen, miteinander verbunden (Hansemann).

Die Wandungen der Alveolen bestehen nur aus einer sehr dünnen strukturlosen Basalmembran und sind von sehr feinen elastischen Fasern umsponnen. Der Eingang in jeden Alveolus, d. i. die Basis des Alveolus, ist von einem zirkulären Zug elastischer Fasern umgeben. Dieselben sind nach innen mit dem respiratorischen Epithel ausgekleidet, wobei die Gruppen des kubischen Epithels der Lage nach den Maschen des Kapillarnetzes entsprechen, die kernlosen Plättchen dagegen den Kapillaren aufliegen. Man kann sich am leichtesten von diesen Verhältnissen überzeugen, wenn man die Grenzen der Epithelzellen mittelst Argentum nitricum nachweist, dessen Lösung durch die Bronchen eingeführt wird. Mehrere Endäste zusammengenommen samt den zugehörigen Alveolengängen und respiratorischen Bronchiolen bilden Lungenläppchen (Lobuli pulmonales), welche durch das, namentlich bei Kindern stark entwickelte, interlobuläre Bindegewebe von einander getrennt sind. An ein solches Läppchen tritt ein Bronchus von beiläufig 1 mm Durchmesser. Die unter der Pleura oberflächlich gelegenen Lungenläppchen erscheinen als polygonale Felder von einigen Millimetern im Durchmesser (Insulae pulmonales).

Das interlobuläre Bindegewebe enthält zahlreiche elastische Fasern, oft auch Pigmentkörnchen, welche vom eingeatmeten Staub herrühren. Die mit der Inspiration eingeführten Staubpartikel werden von Lymphgefässen aufgenommen und dem interlobulären Bindegewebe zugeführt.

Die die Lungen bedeckende Pleura visceralis besteht aus Bindegewebs- und elastischen Fasern und ist an der freien Oberfläche mit einschichtigem Plattenepithel bedeckt. Ähnlich auch die Pleura parietalis.

Die Arteria pulmonalis, welche venöses Blut führt, zerfällt in zahlreiche Ästchen, welche die Bronchen begleiten. Seine arteriellen Endzweigchen zerfallen, indem sie an die Alveolen reichen, in ein Kapillarsystem, welches diese letzteren mit einem engmaschigen Netze umgiebt. (Fig. 140.) Ein arterielles Endzweigchen versorgt gewöhnlich mehrere Alveolen. Aus diesem Kapillarnetz geben am Grunde der Alveolen venöse Stämmchen

hervor, welche in grössere Venen sich ergiessen und mit Bronchen und Arterien zusammen verlaufen.

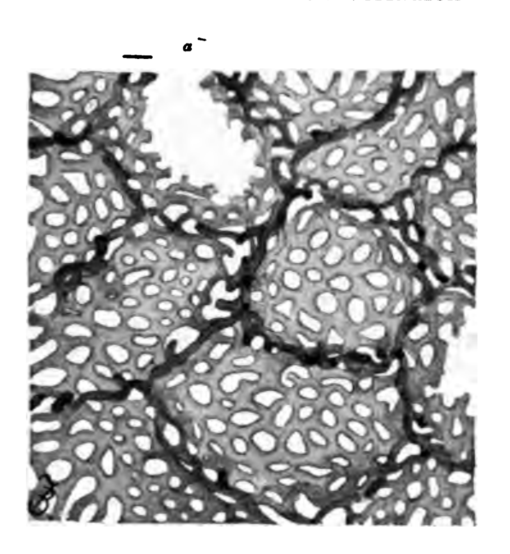


Fig. 140.

Stück eines Schnittes aus einer injizierten Lunge eines Kaninchens.

Die Alveolen sind von der Fläche gesehen; bei *a* ist ein Alveolus angeschnitten. Die grauen Linien sind Gefässkapillaren, die hellen Felder dagegen Maschen des Kapillarnetzes. Ca. 300 mal vergrössert.

Die Vena pulmonalis führt das arteriell gewordene Blut von der Lunge ab.

Das venöse Blut absorbiert nämlich, indem es das in der Wand des Alveolus gelegene feine Kapillarnetz durchfliesst, den Sauerstoff und giebt andere schädliche Gase an die, in die Lungenalveolen inspirierte Luft ab. Einen solchen Austausch der Gase hindert weder das platte Gefässepithel, noch das kernlose Alveolenepithel, noch auch die äusserst dünne homogene Alveolenwandung (Basalmembran), in welcher das Kapillarnetz eingebettet ist.

Die Rolle der Ernährungsgefässe der Lungen spielen die Gefässe, welche wir unter dem Namen Vasa bronchialia zusammenfassen, im Gegensatze zu den oben erwähnten Vasa pulmonalia. Die Arteriae bronchiales zerfallen in feine Ästchen, welche die Bronchialäste, das interlobuläre Bindegewebe und die Wände der Vasa pulmonalia versorgen. Zwischen dem bronchialen und dem respiratorischen Gefässystem bestehen zahlreiche Anastomosen.

Ein Teil des durch die Arteriae bronchiales zugeführten Blutes fliesst durch die Venae bronchiales ab, teilweise dagegen ergiesst es sich in die Äste der Vena pulmonalis.

In der Lunge unterscheiden wir oberflächliche und tiefe Lymphgefässe. Die ersteren bilden ein Netzwerk in und dicht unter der Pleura. Die tiefen Lymphgefässe sammeln sich aus den Alveolen, Bronchen und dem interlobulären Bindegewebe und gelangen in den Hilus der Lunge, wo sie mit den hier befindlichen Lymphdrüsen in Verbindung treten.

Die Nerven der Lunge bestehen aus markhaltigen und marklosen Fasern und enthalten in ihrem Verlaufe kleine Ganglien. Ihre Aufgabe ist, die Muskeln, die Schleimhaut der Bronchen, sowie die Blutgefässe zu innervieren. Die Nervenendigung an den Alveolen ist nicht bekannt.

IV. Das Harnsystem.

A. Die Nieren.

Die Niere ist eine zusammengesetzte tubulöse oder, da der Anfangsabschnitt der Röhrchen (Harnkanälchen, Tubuli uriniferi) in ein Bläschen (Capsula Bowmani) ausgedehnt ist, vielmehr eine alveolo-tubulöse Drüse.

Man kann in derselben schon makroskopisch die Rinden- und Marksubstanz unterscheiden. Die Unterschiede zwischen diesen beiden Teilen werden hauptsächlich durch den verschiedenen Verlauf der Harnkanälchen veranlasst. (Taf. XXI u. XXIII.)

Die Marksubstanz ist dicker als die Rindensubstanz. Sie besteht aus einer bestimmten Anzahl kegelförmiger Körper, der sog. Malpighi'schen Pyramiden, welche in Form von konischen Papillen in die Nierenkelche eindringen. Beim Menschen schwankt die Anzahl der Pyramiden zwischen 7 und 20. Bei der Mehrzahl der Säugetiere besitzt jedoch die Niere bloss eine Pyramide und eine Papille. Die mit ihren Grundflächen in die Rindensubstanz hineinragenden Pyramiden sind von einander durch Fortsätze der letzteren, die sog. Columnae renales Bertini, getrennt. Auf einem Längs- oder Querschnitt der ganzen Niere erscheinen die Pyramiden infolge des geradlinigen Verlaufes der Kanälchen längs gestreift.

Für die Rindensubstanz ist der gewundene Verlauf der Kanälchen charakteristisch (Taf. XXII). In dieselben dringen jedoch Fortsätze der Marksubstanz, die sog. Markstrahlen (Pyramidenfortsätze oder Processus Ferreïni) ein, in welchen der Verlauf der Kanälchen geradlinig ist.

Jedes Kanälchen hat seinen Ursprung (vergl. Taf. XXIII) in der Rindensubstanz zwischen den Markstrahlen in einem Bläschen (Capsula Bowmani), in welches der später zu beschreibende Gefässknäuel (Glomerulus) eingestülpt ist. Dadurch erhält dieses Bläschen eine gewisse Ähnlichkeit mit einem Becher mit doppelten Wänden. Der Hohlraum zwischen beiden Wänden

des eingebuchteten Bläschens, d. h. der Bowman'schen Kapsel ist der Anfang des Lumens des Harnkanälchens. Die Bowman'sche Kapsel setzt sich fort in das gewundene Harnkanälchen erster Ordnung (Tubulus contortus I. ordinis). An der Stelle des Überganges des ersten Teiles in den letzteren finden wir eine seichte Einschnürung, Collum genannt. Die zahlreichen Windungen des Tubulus contortus liegen ebenfalls zwischen den Markstrahlen und bilden das sog. Nierenlabyrinth. Sodann verengt sich das Kanälchen plötzlich, tritt in einen Markstrahl ein und verläuft geradlinig, indem es die Grenze der Marksubstanz überschreitet. Nachher biegt es wieder nach oben ab, indem es etwas dicker wird, bleibt jedoch immer innerhalb eines Markstrahls (Processus Ferrëini). Dieser ganze letztere Abschnitt heisst Henle'sche Schleife, in welcher wir somit einen absteigenden und aufsteigenden Schenkel (Ramus descendens et ascendens ansae Henlei) unterscheiden können. Der aufsteigende Schenkel geht, indem er den Markstrahl verlässt, in das Schaltstück (Tubulus contortus II ordinis) über, welches einen gewundenen Verlauf zeigt und ähnlich wie der Tubulus cont. I. ord. im Nierenlabyrinthe liegt, jedoch viel kürzer ist als der letztere. Der weitere Abschnitt des Harnkanälchens hat wieder einen geradlinigen Verlauf und heisst Verbindungskanälchen. Dasselbe tritt in den Bereich des Markstrahls ein und mündet in das Sammelröhrchen, welches von allen Seiten Verbindungskanälchen in sich aufnimmt. Gegen die Nierenpapille zu vereinigen sich die Sammelröhrchen unter spitzen Winkeln in sog. Ductus papillares, welche 10—24 an Zahl an der Area cribrosa der Papillen münden.

Jeder der erwähnten Abschnitte der Harnkanälchen hat einen verschiedenen Bau. Alle Abschnitte der Harnkanälchen haben dies gemeinschaftlich, dass ihre Wand aus einschichtigem Epithel und einem sehr feinen, strukturlosen Häutchen — Membrana propria — besteht.

Die Capsula Bowmani ist durch den Glomerulus so sehr eingestülpt, dass dieser letztere von den doppelten Wänden der Kapsel ganz umfasst wird. Die innere Wand der Kapsel liegt unmittelbar am Glomerulus, die äussere verlängert sich dagegen in die Wand des Tubulus contortus I ordinis. (Fig. 144.) Gerade gegenüber dieser Stelle geht die innere Wand der Kapsel in die äussere über und lässt nur eine Öffnung für den Durchtritt der

den Glomerulus bildenden Gefässe. Die Wand der Bowman'schen Kapsel besteht aus der Membrana propria, welche an der Seite des Hohlraumes der Kapsel mit plattem Epithel ausgekleidet ist. Bei den Embryonen und Neugeborenen ist die innere Kapsel mit kubischen Epithelzellen ausgekleidet. Die Bowman'sche Kapsel samt dem Glomerulus bildet das kugelige Malpighi'sche Körperchen, welches einen Durchmesser von 130 bis 220 μ besitzt.

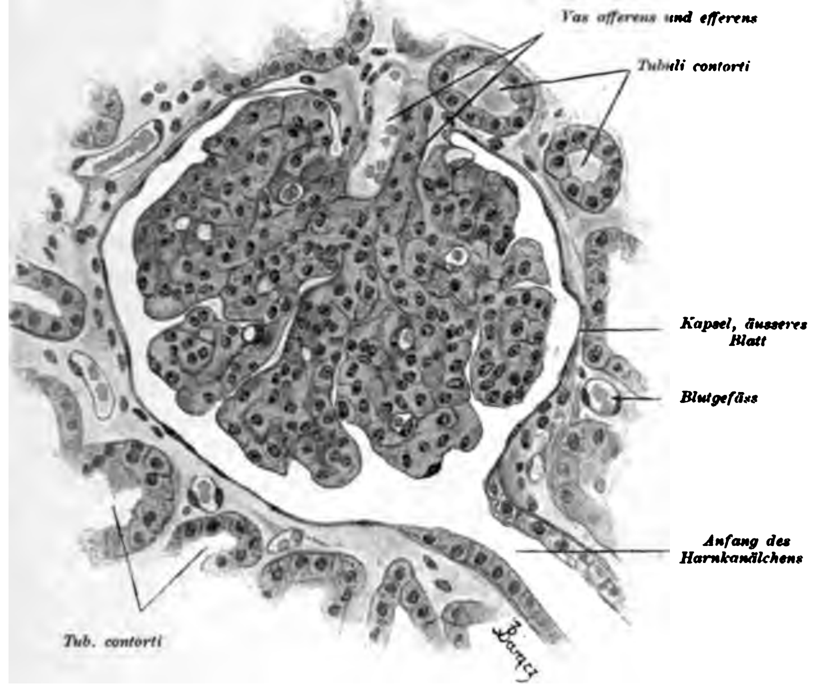


Fig. 144.

Aus einem Schnitt durch die Rindensubstanz einer Affenniere.

Es ist ein Malpighi'sches Körperchen samt Anfangsstück des Harnkanälchens sichtbar. Ca. 850 mal vergrössert.

Der Tubulus contortus I ordinis besitzt kubische Epithelzellen. In der Gegend des Halses finden wir den Übergang von den platten Epithelzellen der Kapsel in das kubische Epithel. Das Protoplasma dieser Zellen ist trübe, feinkörnig und weist, namentlich in ihrer basalen Hälfte, eine von der äusseren Oberfläche gegen das Lumen zu gerichtete Streifung auf. Die gestrichelte basale Partie kann durch bestimmte Reagentien (5 % Ammoniumchromat) in Fasern zerlegt werden.

Diese **Stäbchenstruktur** kommt auf die Art zu stande, dass die Körnchen innerhalb des Protoplasma in Reihen angeordnet sind. (Fig. 145.) Nach der Ansicht von **Böhm** und von **Landauer** liegt ausserdem noch der Grund der Strichelung des Stäbchenepithels in zahlreichen, tiefen, längs verlaufenden Zacken an den Berührungsflächen der Nachbarzellen, welche in einander greifen.

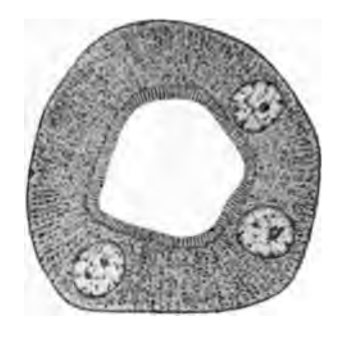


Fig. 145.

Querschnitt eines gewundenen Kanälchens von der Niere des Kaninchens.

Die Grenzen der Epithelzellen sind nicht zu sehen. Nur drei Kerne sind getroffen. Die Stäbchenstruktur und der Bürstenbesatz sind gut sichtbar. Ca. 1100 mal vergrössert.

Die dem Lumen zugekehrte freie Fläche der Zellen ist mit einer Art gestreifter Cuticula, dem sog. **Bürstenbesatz** bedeckt. (**Tornier**, **Nussbaum**, **Lorenz**, **O. van der Stricht**, **Nicolas**, **Sauer**.) Die Dicke dieser Kanälchen beträgt 38—42 μ. Der Anteil dieser Epithelzellen und die feineren Änderungen innerhalb derselben während der Harnsekretion sind bisher noch nicht genügend erforscht worden. Die Höhe der Epithelzellen und die Breite des Lumens sollen von der Sekretionsphase abhängig sein. (**Sauer**.) Bei der Sekretion werden die Zellen niedrig und die Lichtung der Kanälchen weit, während der Ruhe dagegen die Zellen hoch und die Lichtung eng. Sekretkapillaren, wie sie in manchen Drüsen vorkommen, sind hier nicht nachzuweisen.

Die **Henle'sche Schleife** hat einen anderen Bau im ab- und einen anderen im aufsteigenden Schenkel. (Fig. 146.) Der **absteigende Schenkel** ist mit stark abgeplatteten Epithelzellen ausgekleidet, deren Kerne gegen das Lumen vorspringen. Gewöhnlich reicht eine einzige Zelle aus, um den Umfang des ganzen Kanälchens zu begrenzen. Das Lumen ist weit und erscheint am Längsschnitt wegen der alternierenden Stellung und Vorragung der Kerne in die Lichtung wellenförmig. Am Querschnitt hat ein solches Kanälchen eine grosse Ähnlichkeit mit quergeschnittenen Blutkapillaren. Die Membrana propria ist in diesem Abschnitt am stärksten und die Dicke des ganzen Kanälchens beträgt nur 9—15 μ.

Der **aufsteigende Schenkel** ist bedeutend dicker (im Durchmesser beinahe 25 μ). Die Epithelzellen sind kubisch,

dachziegelförmig angeordnet, die Stäbchenstruktur vorhanden, das Lumen im Verhältnis zu der Dicke eng. Der Übergang des dünneren in den dickeren Schenkel der Henle'schen Schleife findet in der Regel nicht in der Umbiegungsstelle der Schleife, sondern am häufigsten im unteren Teile des absteigenden Schenkels statt.

Das Schaltstück (auch Tubulus contortus II ordinis genannt) ist viel kürzer und hat ein breiteres Lumen als der Tubulus contortus I ordinis. Die Dicke der Kanälchen ist zwar ungefähr dieselbe (39—46 μ), jedoch das Epithel niedriger. Es ist fein granuliert und weist auch Stäbchenstruktur auf.

Die Verbindungskanälchen, die Sammelkanälchen und die Ductus papillares haben helle durchsichtige Zellen ohne Stäbchenstruktur, welche anfangs kubisch, sodann entsprechend der zunehmenden Breite der Kanälchen, cylindrisch sind. Der Kern ist immer kugelrund, scharf begrenzt. Der Durchmesser der Ductus papillares beträgt bis über 100 μ.

Zimmermann fand in den Zellen aller Abschnitte der Harnkanälchen ein doppeltes dicht an der freien Zelloberfläche liegendes Centrosoma.

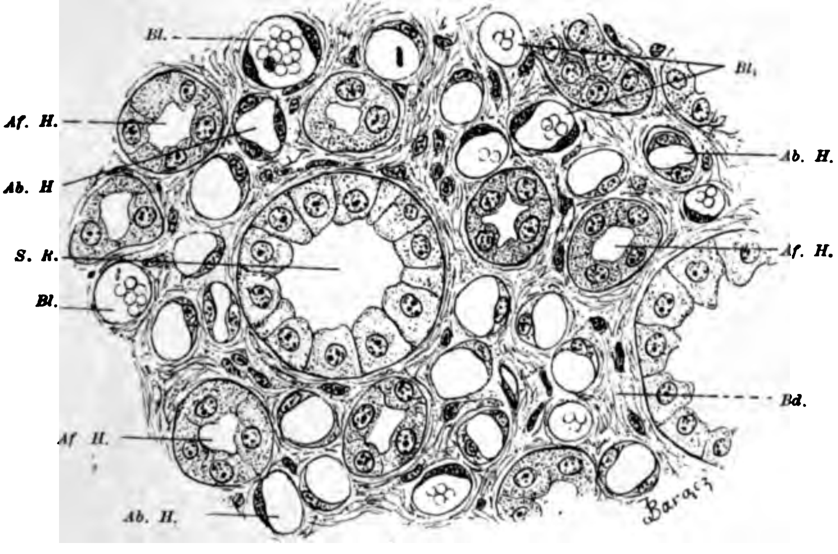


Fig. 146.

Aus einem Querschnitte durch die Basis der Pyramide einer Affenniere.

S. R. = Sammelröhre; *Ab. H.* = Absteigender Schenkel der Henle'schen Schleife; *Af. H.* = Aufsteigender Schenkel der Henle'schen Schleife; *Bl.* = Blutgefässe; *Bd.* = Interstitielles Bindegewebe. Ca. 500 mal vergrössert.

Wie aus der obigen Darstellung zu sehen ist, differieren die Epithelien in verschiedenen Abteilungen der Harnkanälchen. Ein Querschnitt der Rindensubstanz zeigt also eine grosse Mannigfaltigkeit, wie dies Fig. 146 darstellt.

Die Rindensubstanz können wir in Nierenläppchen teilen. Zu einem solchen Nierenläppchen gehören alle jene Malpighi'schen Körperchen und Harnkanälchen, welche zur Bildung eines Markstrahles beitragen. An den Grenzen solcher Läppchen verlaufen die bald zu erwähnenden Vasa interlobularia.

Das Bindegewebe der Niere ist im ganzen nur spärlich, am reichlichsten in den Papillen. Es umhüllt die Membranae propriae der Harnkanälchen und der Bowman'schen Kapsel und ist der Träger der Blutgefässe. Die ganze Niere ist von der Tunica albuginea — einer fibrösen, glatte Muskelzellen enthaltenden Haut — umgeben.

Blutgefässe der Niere: Die Arteria renalis giebt, indem sie sich in kleinere Äste teilt, Zweigchen für die fibröse Kapsel und das Fettgewebe im Sinus renalis ab.

Die Äste treten als Arteriae interlobares zwischen die Pyramiden in das Nierenparenchym ein. (Vergleiche Taf. XXI u. XXIII.) An der Grenze zwischen der Mark- und Rindensubstanz biegen dieselben ab und verlaufen parallel zur Nierenoberfläche, wobei sie einen Bogen beschreiben (Arteriae arciformes s. arcuatae). An der convexen Seite dieser Arterien zweigen sich in beinahe gleichen Zwischenräumen kleine Äste ab und verlaufen radiär gegen die Nierenoberfläche. Es sind dies die sog. Arteriae interlobulares. Diese geben nach allen Richtungen seitliche Zweigchen, welche das Blut den Malpighi'schen Körperchen zuführen, ab. (Fig. 147.) Es sind dies die Vasa afferentia, welche in den doppelwandigen Becher der Bowman'schen Kapsel eintretend, in eine bestimmte Anzahl Ästchen zerfallen. Jedes derselben bildet einige Gefässschlingen, welche sich

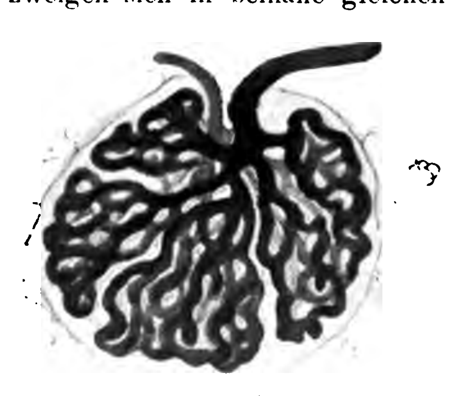


Fig. 147.

Glomerulus aus einer injizierten Niere des Menschen.

Man sieht ein Vas afferens und efferens Ca. 160 mal vergrössert

wieder vereinigen und in ein Stämmchen zusammenfliessen. Dieses sog. Vas efferens verlässt das Malpighische Körperchen dicht neben dem Vas afferens, ist etwas schwächer als das letztere und bleibt weiter arteriell. Dieser ganze Gefässknäuel (Glomerulus) stellt also ein bipolares, arterielles Wundernetz dar.

Das aus dem Malpighischen Körperchen austretende Vas efferens dringt gegen die Markstrahlen vor und zerfällt in Kapillaren mit langgestreckten Maschen. Sobald das Kapillarnetz im weiteren Verlaufe den Markstrahl verlässt und zwischen die Tubuli contorti eintritt, werden die Maschen mehr rundlich und geben den kleinen Venen, welche in die Venae interlobulares münden, den Ursprung. Diese verlaufen parallel mit den Arteriae interlobulares und münden an der Grenze der Mark- und Rindensubstanz in die Venae arcuatae. Die Venen der äusseren Schichten der Rindensubstanz verlaufen, indem sie sich von allen Seiten gegen die Spitze der Interlobularvenen zu sammeln, radiär und bilden die sog. Stellulae Verheyenii. So verhalten sich die Gefässe in der Rindensubstanz der Niere.

Die Marksubstanz wird teils durch Ausläufer der Kapillaren, welche in der Rindensubstanz verteilt sind, teils durch die Arteriolae rectae versorgt. Die letzteren sind Ästchen, welche teils von den Vasa efferentia der tiefer liegenden Glomeruli, teils direkt von den Arteriae interlobulares oder arcuatae gegen die Marksubstanz zu abbiegen. Die Maschen des Kapillarnetzes, welches aus den erwähnten zwei Quellen seinen Ursprung nimmt und die Marksubstanz versorgt, sind langgestreckt. Die Kapillaren sammeln sich zu Venen (Venulae rectae), welche in den Venae arcuatae endigen. Es muss erwähnt werden, dass die Gefässe des Nierenparenchyms mit den Gefässen des die Nieren umgebenden Fettgewebes mittelst der Gefässe der Nierenkapsel im Zusammenhange stehen, wodurch die Bildung eines Kollateralkreislaufes ermöglicht wird. Überdies bestehen unmittelbare Verbindungen zwischen den Arterien und Venen der Niere (Hoyer, Steinach, Geberg, Golubew).

Die Lymphgefässe bilden ein oberflächliches Netz, und treten überdies, die Arterien begleitend, in die Tiefe ein.

Die Nerven umspinnen mit einem dichten Geflecht die Gefässe, begleiten die Harnkanälchen und treten nach Azoulay und Berkley durch die Membrana propria an die Epithelzellen heran, an deren Oberfläche sie mit feinen knopfartigen Verdickungen enden sollen.

B. Die ableitenden Harnwege.

α. Nierenkelche, Nierenbecken, Harnleiter und Harnblase.

In allen diesen Abschnitten der Ausfuhrwege der Niere finden wir nachstehende Schichten: 1. die Schleimhaut, 2. die Submucosa, 3. die Muskelhaut und 4. die Faserhaut.

Ad 1. und 2. Die Schleimhaut besteht aus der Epithelschicht und der Tunica propria. Das Epithel heisst hier Übergangsepithel und verhält sich in allen Abschnitten gleich, so dass es unmöglich ist, dasselbe unter dem Mikroskope zu unterscheiden. Infolgedessen sind wir nicht im stande, zu beurteilen, von welchem Teile die Epithelialzellen, welche infolge krankhafter Zustände dem Harne beigemengt sind, herrühren. Dagegen bestehen gewisse Unterschiede zwischen den in verschiedenen Tiefen der Epithelschicht gelegenen Zellen. (Fig. 149.)

Das Übergangsepithel ist ein mehrschichtiges Pflasterepithel. Die oberste Lage besteht aus grossen kubischen oder etwas abgeplatteten Zellen. Die mittleren Lagen besitzen verschieden geformte cylindrische, kolbige, spindelförmige oder polygonale Zellen. Die tiefste Lage enthält kubische oder unregelmässig kugelige, verhältnismässig kleine Zellen. Die Zellen der mittleren und oberflächlichen Lage senden verschieden geformte Fortsätze zwischen die Nachbarzellen. Die äusseren Zellen können einen oder mehrere Kerne enthalten, welche letzteren durch amitotische Teilung entstehen. (Fig. 149.) Die Epithellage verdünnt sich bedeutend an der Umschlagsstelle von den

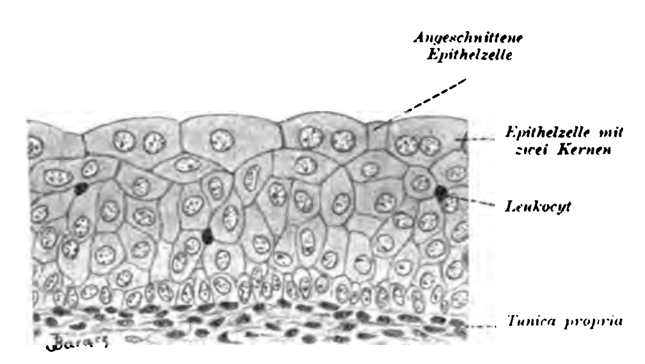


Fig. 149.

Aus einem senkrechten Durchschnitt der Blasenschleimhaut des Affen.
Ca. 300 mal vergrössert.

Nierenkelchen auf die Nierenpapillen und beschränkt sich in der Regel auf eine Schicht von kubischen Zellen.

Die Schleimhaut im Ureter ist in Längsfalten gelegt. (Taf. XXIV.) In der Harnblase kann sich die Mucosa, dank der lockeren und stark entwickelten Submucosa, in Falten legen, wenn die Blase leer und kontrahiert ist. Ist die Blase mit Harn gefüllt und stark ausgedehnt, dann werden die Epithelzellen abgeplattet und die ganze Epithelschicht niedriger.

Die Tunica propria besteht aus lockerem Bindegewebe, welches viele Leukocyten, zuweilen zu Solitärknötchen angesammelt, enthält. Dieselbe geht ohne scharfe Abgrenzung in die mehr lockere Submucosa über.

Drüsen fehlen und man findet bloss Schleimhautfältchen und epitheliale Einstülpungen, welche man früher irrig für Drüsen ansah.

Ad. 3. Die Muskelschicht besteht im Ureter aus zwei Lagen glatter Muskelzellen: einer inneren Längslage und einer äusseren zirkulären Lage. (Taf. XXIV.) Im unteren Dritteile des Ureters verläuft überdies nach aussen von der zirkulären noch eine dritte Lage, welche aus längs verlaufenden Bündeln glatter Muskelzellen besteht. In den Nierenkelchen verschwindet die longitudinale Muskellage; die zirkuläre bildet dagegen um die Basis der Papillen einen Ringmuskel.

In der Harnblase des Menschen können wir drei Schichten unterscheiden, von denen die innere und äussere Lage einen Längsverlauf, die mittlere dagegen einen zirkulären Verlauf von Bündeln glatter Muskelzellen aufweist. Eine genaue Sonderung der einzelnen Lagen ist kaum durchzuführen, denn die Nachbarbündel sind vielfach mit einander verflochten.

Ad. 4. Die vierte Schicht — die Faserhaut besteht aus lockerem Bindegewebe, in welchem die gröberen Blutgefässe und Nerven verlaufen.

Die Blut- und Lymphgefässe bilden in der Tunica propria kapillare Netze.

Die Nerven sind vor allem in der Muskellage verbreitet, einige Fasern gelangen jedoch bis ins Epithel (Retzius).

β. Harnröhre.

Die Harnröhre des Mannes.

Dieselbe besteht aus der Schleimhaut, der Submucosa und der Muskelhaut. Diese Schichten sind je nach den verschiedenen Abschnitten der Harnröhre verschieden geartet.

In der **Pars prostatica** unterscheidet sich das **Epithel** von jenem der Harnblase gar nicht, in der **Pars membranacea** finden wir geschichtetes Cylinderepithel, welches sich in der **Pars cavernosa** in zweireihiges Cylinderepithel umwandelt. Der letzte Abschnitt der Harnröhre — die **Fossa navicularis** — ist mit geschichtetem Plattenepithel ausgekleidet.

Die **Tunica propria** enthält zahlreiche elastische Fasern und bildet bei der Berührung mit dem mehrschichtigen Epithel Papillen, welche in der Fossa navicularis am stärksten entwickelt sind. Die **Submucosa** enthält reichliche Venengeflechte. In der ganzen Harnröhre sind verästelte tubulöse Drüsen — **Glandulae urethrales (Litrii)** verteilt; in den hinteren Partien sind sie zahlreicher. Sie sind mit cylindrischem Drüsenepithel ausgekleidet und reichen mit ihrem Körper in die Submucosa.

Die **Muscularis** weist in der Pars prostatica und membranacea zwei Schichten auf, eine innere mit längsverlaufenden und eine äussere mit ringsverlaufenden glatten Muskelzellen. Die letztere Schicht verliert sich in der Pars cavernosa und die Längslage wird sehr dünn.

Die ganze Harnröhre ist stark **vascularisiert** (siehe auch Corpus cavern. urethrae pag. 232) und innerviert.

Die **Nerven** bilden Geflechte und enden teils frei, teils mit besonderen Endapparaten. (Siehe Nervenendigungen.)

Die Harnröhre des Weibes.

Hier können wir dieselben Schichten unterscheiden wie in der Harnröhre des Mannes.

Das **Epithel** im oberen Abschnitte ist dem der Harnblase ähnlich, geht aber nach vorn in geschichtetes, plattes Epithel über.

Das Epithel der Schleimhaut stellt sich jedoch oft in Form von einschichtigem Cylinderepithel dar.

Die **Tunica propria** bildet an der Oberfläche Papillen, welche in der Gegend der Harnröhrenmündung höher werden. Sie enthält ähnliche **Drüsen** wie die männliche Harnröhre (Gl. **Litrii**), aber dieselben sind hier sehr spärlich.

Glatte in Bündeln angeordnete Muskelzellen der mächtig entwickelten **Muscularis** lagern sich innerhalb des derben, zahlreiche elastische Fasern enthaltenden Bindegewebes in zwei Schichten: die innere, deren Elemente längs, und die äussere, deren Elemente rings verlaufen. Unmittelbar nach aussen von

der Ringlage liegen, vor allem im oberen Abschnitte, Züge quergestreifter Muskelfasern des Musculus compressor urethrae.

Die Schleimhaut ist mit Blutgefässen reichlich versorgt, von denen die venösen in der Submucosa ein stark entwickeltes Geflecht bilden, welches dem Corpus cavernosum urethrae beim Manne entspricht und das sog. Corpus spongiosum bildet.

V. Fortpflanzungssystem.

1. Die männlichen Geschlechtsorgane.

A. Die Hoden.

Die Hoden (Testes) gehören in die Kategorie der verästelten tubulösen Drüsen.

Das ganze Organ ist von einer fibrösen Kapsel der sog. Tunica albuginea s. fibrosa umgeben, welche aus derbem Bindegewebe besteht.

Die äussere Fläche dieser Faserhaut ist mit dem visceralen Blatte der Tunica vaginalis propria (Tunica adnata) überzogen und mit ihm unzertrennbar verwachsen. Das viscerale Blatt geht in das parietale über. Beide Blätter bilden die Fortsetzung des Bauchfells und schliessen zwischen sich eine spaltförmige Höhle, einen Teil der Leibeshöhle. Jedes dieser Blätter besteht aus einer dünnen bindegewebigen Haut, welche auf ihrer freien Oberfläche mit einfachem Plattenepithel bedeckt ist.

Das viscerale Blatt der Tun. vaginalis propria ist der nächsten Hülle — der Tunica vaginalis communis — aufgelagert. Zwischen diesen letzteren liegt eine Lage glatter Muskelzellen (M. cremaster internus). (Fig. 150.)

Nach innen grenzt die Tunica albuginea an eine Schicht lockeren Bindegewebes, welche wegen ihres Blutreichtums Tunica vasculosa genannt wird. Dieselbe stösst unmittelbar an das Parenchym des Hodens.

An der hinteren, oberen Seite des Hodens liegt eine Ansammlung von derberem Bindegewebe, in Form eines in das Innere des Hodens vorspringenden Wulstes, das sog. Mediastinum testis s. Corpus Highmori. Dasselbe entsendet in das Innere des Organes in divergirender Richtung mehrere Blätter (Septula testis), welche durch den Hoden bis zu der Tunica vasculosa ziehen und gleichzeitig das Hodenparenchym in Läppchen (Lobuli testis) teilen. Diese letzteren erscheinen in Form von Pyra-

miden, deren Basis nach aussen, deren Spitze nach der Mitte des Organs (dem Mediastinum testis) zugekehrt ist. (Fig. 150.)

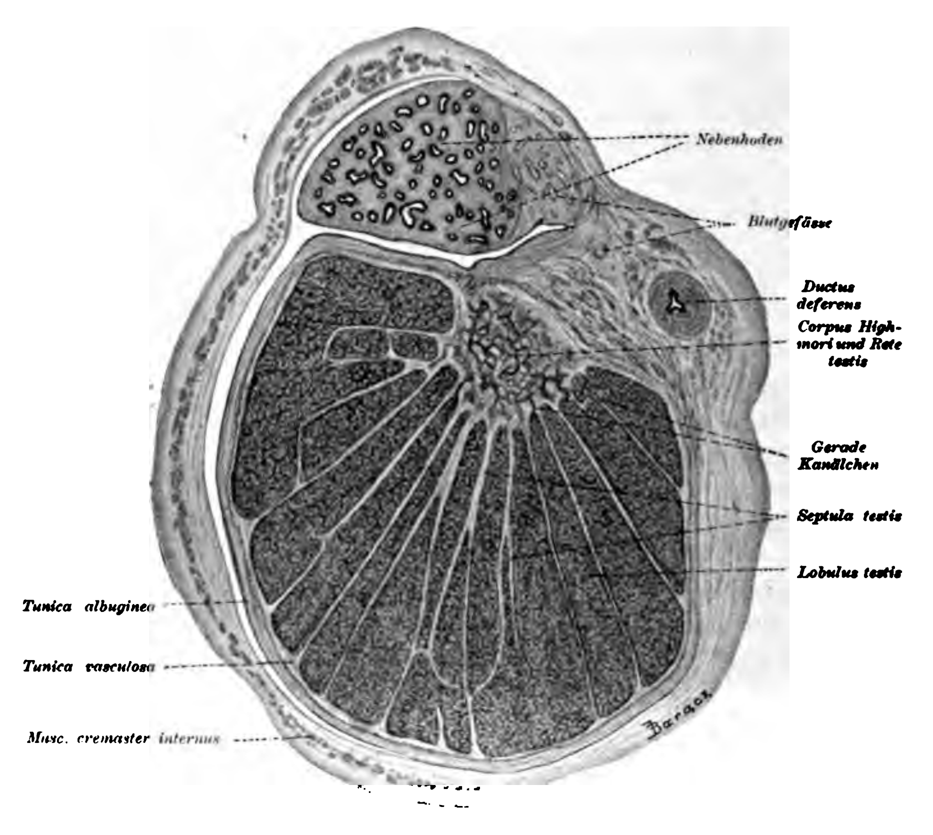


Fig. 150.

Querschnitt des Hodens eines $2^1/_2$jährigen Knaben.
7 mal vergrössert.

Das ganze in Läppchen geteilte Parenchym besteht aus den Samenkanälchen (Hodenkanälchen, Tubuli seminiferi), welche auf Grund ihres verschiedenen Verhaltens während ihres Verlaufes in drei Abschnitte eingeteilt werden können. Den am meisten peripher liegenden Teil bilden die vielfach gewundenen Tubuli contorti. Dieselben vereinigen sich schliesslich miteinander und gehen, an Zahl bedeutend reduziert, in die Tubuli recti über, welche schliesslich in das Gebiet des Mediastinum eintretend, ein Netz — Rete testis (Halleri — bilden.

Die Tubuli contorti stellen beim erwachsenen Menschen sehr lange, ca. 140—250 μ dicke Röhrchen dar, welche den

wichtigsten, den Samen secernierenden Teil des Hodenparenchyms bilden. An der Peripherie des Hodens gehen die meisten Kanälchen ineinander über, so dass sie ein in sich geschlossenes System bilden, ein Teil derselben beginnt dagegen blind.

Die Wandung der Tubuli contorti besteht — von der Peripherie des Tubulus aus gerechnet — zunächst aus einer Lage Bindegewebe, dann folgt die Membrana propria und schliesslich am innersten das geschichtete Epithel, dessen Elemente, je nach

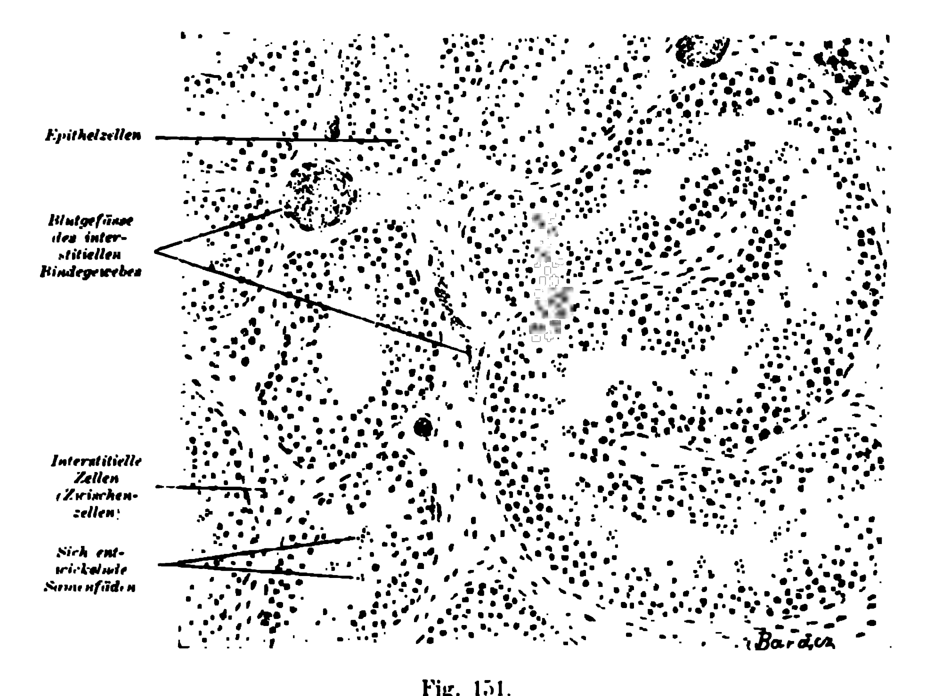


Fig. 151.

Aus einem Querschnitte eines menschlichen Hodens.
Ca. 125 mal vergrössert.

dem Zustande der Ruhe oder der Thätigkeit d. i. dem Zustande der Samenbildung, ein verschiedenes Aussehen haben. Diese letztere, die Spermatogenese, werden wir unten näher besprechen.

Die Kanälchen vereinigen sich, indem sie sich dem Corpus Highmori nähern, unter spitzen Winkeln, nehmen dadurch an Zahl ab, und gehen schliesslich in die geraden Hodenkanälchen (Tubuli recti) über. Diese unterscheiden sich von den vorigen vor allem durch ihren geradlinigen Verlauf, durch ihren geringen Durchmesser (20—50 μ) und durch ihren kurzen Verlauf. Die

Tubuli recti haben einen einfachen Bau. Ihre Wandung besteht aus einer Membrana propria und einer Schicht niedriger Cylinderzellen. Sie sind eingeschaltet zwischen die Tub. contorti und das Rete testis.

Das letztere, welches sich im Corpus Highmori befindet, besteht aus Kanälchen von ungleicher Dicke, deren Auskleidung bloss aus einer einfachen Lage kubischer oder platter Epithelzellen besteht.

Im weiteren Verlaufe gehen die Kanälchen des Rete testis in jene des Nebenhodens über.

Zwischen den Windungen der Tubuli contorti liegt ein lockeres Bindegewebe, welches mit jenem der Septen im Zusammenhange steht. Dieses interstitielle Bindegewebe zeichnet sich dadurch aus, dass es neben den eigentlichen platten Bindegewebszellen zahlreiche sog. Zwischenzellen enthält. (Fig. 151 und Tafel XXV.) Es sind dies rundliche, protoplasmareiche, grobgranulierte Gebilde, welche Fettröpfchen, Pigmentkörnchen oder Krystalloide enthalten. Diese Zellen liegen gewöhnlich in Gruppen oder Strängen angesammelt in freien, durch einige an einander stossende Samenkanälchen abgegrenzten Räumen. Der Ursprung und die Bedeutung dieser Zellen ist noch nicht definitiv entschieden.

Es ist anzunehmen, dass sie bindegewebiger Natur sind. Für diese Ansicht erklärt sich die überwiegende Anzahl der Autoren; nach der Ansicht einer verschwindenden Minorität sind dieselben epithelialer Abstammung. Plato weist sogar ihr Entstehen direkt aus fixen Bindegewebszellen nach. Der erwähnte Autor schreibt diesen Zellen eine trophische Bedeutung zu. Er behauptet nämlich, dass die fettähnlichen Einschlüsse der interstitiellen Zellen durch Porenkanäle in der Membrana propria in die Sertoli'schen Zellen (siehe unten) wandern und dort den reifenden Samenfäden als Nährmaterial dienen. Dieses Nährmaterial kann in Form von Fett oder dessen Bildungsstoffen auftreten.

Die Hoden werden durch Äste der Arteria spermatica interna versorgt, welche zum Teil vom Mediastinum, zum Teil von der Tunica vasculosa in die Septula eintreten und das Hodenparenchym versehen, indem sie die Samenkanälchen mit reichlichen Kapillarnetzen umflechten und an Gruppen von interstitiellen Zellen Äste abgeben. Die Venen sammeln sich im interstitiellen Gewebe und haben einen mit den Arterien gemeinsamen Verlauf.

Die **Lymphgefässe** verlaufen teilweise oberflächlich unter der Tunica albuginea, teilweise tief, indem sie die Samenkanälchen mit einem dichten Netze umschliessen.

Die **Nerven** umflechten hauptsächlich die Blutgefässe, ein Teil dagegen tritt an die Samenkanälchen heran. Ob jedoch die Nerven die Membrana propria durchsetzen, ist noch nicht entschieden, da den Angaben von Sclavunos, dass die Nervenfasern in die Hodenkanälchen eintreten, um dort zwischen den Epithelzellen mit kleinen Anschwellungen zu endigen, Timofeew entschieden entgegengetreten ist.

Das durch die Hoden ausgeschiedene Produkt ist der **Samen** (**Sperma**), dessen geformten Bestandteil einzig und allein die **Samenfäden** (Spermatofila, Spermatosomen, Spermatozoen) bilden. Den flüssigen Teil des Samens bilden hauptsächlich Sekrete der accessorischen Geschlechtsdrüsen. 1 mm^3 des menschlichen Samens enthält angeblich ca. 60,000 Samenfäden.

Die letzteren sind ein Produkt der gewundenen Samenkanälchen und sind bei verschiedenen Tieren verschieden gebaut. Wir müssen uns auf die Beschreibung der menschlichen beschränken. (Fig. 153 und Taf. XXVI *h*.)

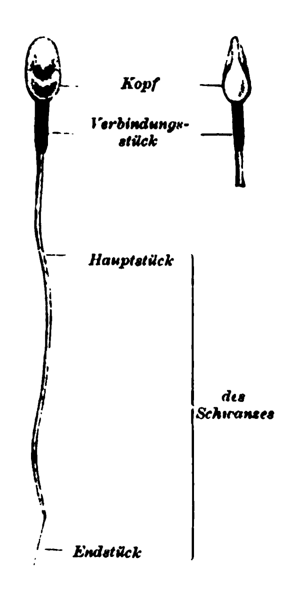


Fig. 153.

Samenfäden des Menschen (nach Retzius).

Links von der Fläche, rechts von der Kante gesehen. Starke Vergrösserung. (Ca. 1200 mal.)

Wir können an jedem Samenfaden drei Teile unterscheiden: 1. den Kopf, 2. das Verbindungsstück (Mittelstück) und 3. den Schwanz (Geisselfaden). Der **Kopf** (Taf. XXVI *h*, *Sk*.) des menschlichen Samenfadens ist abgeplattet, 3—5 μ lang, 2—3 μ breit. Von der Fläche gesehen erscheint er oval, wobei die beiden Flächen in der vorderen Hälfte seichte Vertiefungen zeigen. Von der Seite gesehen erscheint der Kopf birnförmig, weil das vordere Ende dünner ist. Der ganze Kopf besteht aus chromatischer Substanz (Nuclein), entspricht demnach dem Zellkern.

Der dickere Teil des Kopfes geht unmittelbar in das **Verbindungsstück**

(Vst.) über, welches ungefähr dieselbe Länge besitzt wie der Kopf, cylindrisch und 1 μ breit ist. Mittelst entsprechender Färbungen können wir im Mittelstück einen in der Achse desselben liegenden, ringsum von Hüllen *(HI, Sph.* und *HII)* umgebenen und eine fibrilläre Struktur zeigenden Faden (Achsenfaden) nachweisen. Vorn beginnt der Achsenfaden mit einer Verdickung, dem sog. Endknöpfchen. Nach Meves kommen beim Menschen zwei solche, nicht durch Stränge verbundene Endknöpfe vor, welche dicht am Kopf liegen. Die Endknöpfchen entsprechen nach Farbenreaktion, sowie der Rolle, welche sie während der Befruchtung spielen, den Centrosomen, was auch durch das Studium der Entwickelung der Samenfäden bestätigt wird. Die unmittelbar dem Achsenfaden aufliegende Hülle *(HI)* ist im Bereich des Verbindungsstückes sehr dünn und wird im Übergang auf das Hauptstück plötzlich dicker. Ihr ist bei mehreren Tieren die Spiralhülle aufgelagert, welche sich aus einem Spiralfaden und einer Zwischensubstanz zusammensetzt und hinten mit einer ringförmigen Schlussscheibe *(Ss)* abschliesst. Eine letzte Hülle des Verbindungsstückes *(HII)* zeigt an einer Stelle eine Auftreibung (Meves). Im Schwanz (Geisselfaden) unterscheiden wir das 45—60 μ lange Hauptstück *(Hst.)*, welches gegen das Ende zu allmählich dünner wird und das etwa 6—10 μ lange Endstück *(Est.)*. Durch die ganze Länge des Schwanzes verläuft der in der Achse liegende Achsenfaden, an dem eine fibrilläre Struktur nachgewiesen werden kann und der von einer protoplasmatischen Scheide umgeben ist. Am Endstück (Retzius) fehlt diese Scheide und der dünne Achsenfaden tritt dort nackt zu Tage. Längs des Geisselfadens soll nach einigen Autoren eine feine Haut — die undulierende Membran — verlaufen. Bei vielen Tieren weisen die Samenfäden einen komplizierteren Bau auf.

Infolge der bohrenden und schlängelnden Bewegungen des Geisselfadens verändern die ganzen Samenfäden, den Kopf voran, mit relativ bedeutender Schnelligkeit ihren Ort. Gegen äussere Einwirkungen (z. B. niedere Temperatur) sind sie sehr widerstandsfähig und ihre Vitalität (Bewegungen und Befruchtungsfähigkeit) erhält sich lange. Vor allem begünstigen diese Beweglichkeit alkalisch reagierende Flüssigkeiten, während saure Lösungen sie schwächen, aufheben und schliesslich die Spermatozoen töten.

Die Entwickelung der Spermatozoen ist bei vielen

Tiergattungen bereits ziemlich genau bekannt. Wir werden in unserer Darstellung der Spermatogenese den Vorgang dieses Prozesses, vornehmlich bei Säugetieren, auf Grund der durch Brown, von Ebner, Hermann, Meves, v. Lenhossék, v. La Valette u. a. angestellten Untersuchungen, in Betracht ziehen.

Wenn wir das Epithel der gewundenen Samenkanälchen genauer betrachten, bemerken wir, dass an dem Aufbau ihrer Wandung zweierlei Zellenelemente teilnehmen: a) die eigentlichen Drüsenzellen, welche bei der Bildung der Samenfäden eine unmittelbare Rolle spielen. und b) die sog. Stützzellen (Sertoli'sche Zellen, Fusszellen). Die letzteren sind grosse, membranlose Zellen, welche mit ihrer Basis immer der Membrana propria anliegen und einen Ausläufer gegen das Innere, zwischen die reihenweise gelagerten, eigentlichen Drüsenzellen entsenden. Die Sertoli'schen Zellen liegen in ungefähr gleichen Abständen, besitzen grosse, helle, mehr oder weniger abgeplattete Kerne, welche am Querschnitt gewöhnlich dreieckig erscheinen. Den Stützzellen schreiben mehrere Autoren die Bedeutung von Nährzellen für die sich entwickelnden Samenfäden zu. (v. Ebner, Benda, Plato, K. Peter u. a.)

Die Drüsenzellen, welche sich schliesslich in Samenfäden umwandeln, sind in mehreren Lagen angeordnet, wobei die dem Lumen näher gelegenen Zellen jünger und der Umwandlung in Samenfäden näher sind. (Siehe Taf. XXV.) Den Ausgangspunkt des ganzen Prozesses bilden die am meisten peripher gelegenen, der Membrana propria unmittelbar anliegenden, niederen Zellen. Diese — Spermatogonia genannten — Zellen vermehren sich auf dem Wege mitotischer Teilung und bilden dadurch neue Spermatogonien (Stadium der Vermehrung).

Den ersten Beginn der Umwandlung der Spermatogonien bildet das Wachstum derselben, d. i. die Zunahme von Protoplasma, wobei sie, von der Membrana propria sich entfernend, in die zweite Zellreihe hinaufrücken. Solche reife, weiterer Umwandlungen fähige Spermatogonien heissen Spermatocyten (I. Ordnung). Dieses Stadium umfassen wir unter der Benennung Wachstumsperiode.

Jetzt beginnen im Kerne mitotische Veränderungen. Die Spermatocyten (I. Ordnung) gehen in die Teilungsperiode über und zwar unterliegen sie einer zweimaligen mitotischen Teilung (Reifungsteilungen). Das Ergebnis der ersten Teilung der

Spermatocyten I. Ordnung bilden die sog. Spermatocyten II. Ordnung, aus denen durch die zweite Teilung die Spermatiden entstehen.

Nach neueren Forschungen schiebt sich zwischen diese beiden Spermatocytenteilungen, welche sich von einander unterscheiden, ein wenn auch kurzes Ruhestadium ein (v. Ebner, Meves, v. Lenhossék, Moore, Rawitz). Die erste Teilung wird heterotypisch genannt (Flemming) zum Unterschiede von der zweiten, welche als homöotypisch bezeichnet wird. Das wesentliche Merkmal der ersteren, welches sie von der gewöhnlichen Teilung unterscheidet, ist dies, dass während des Diasterstadiums eine nochmalige Längsspaltung der Chromosomen eintritt, was bei der zweiten oder homöotypischen Teilung nicht vorkommt

In diese Teilungsperiode fällt die Chromosomenreduktion, ein der Richtungskörperbildung im Ei ganz analoger Prozess. (Siehe Befruchtung, pag. 19.) Diese Reduktion beruht darauf, dass die Kerne der Spermatocyten (II. Ordnung) während der zweiten (homöotypischen) Teilung in um die Hälfte weniger zahlreiche Chromosomen zerfällt, als dies während anderer Teilungen der Zellen dieses Tieres Platz greift. Die Folge einer solchen Reduktion ist nach v. Ebner, (z. B. bei der Ratte) die, dass die Chromosomenzahl in den Spermatocyten II. Ordnung 8 beträgt, während die Spermatogonien (und andere somatische Zellen) deren 16 aufweisen.

Das Resultat dieser zweimaligen, mitotischen Teilung sind also die sog. Spermatiden, ziemlich kleine Zellen, welche oft mehrere, das Lumen umgebende Schichten bilden. Die Spermatiden stellen die letzte Generation der Zellen dar, welche sich zu Samenfäden umwandeln. Diese Umwandlungsperiode schliesst die ganze Reihe von Umbildungsprozessen ab.

In der letzten Phase zeigen auch die Sertoli'schen Zellen eine gewisse Beteiligung. Ihr Fortsatz verlängert sich lumenwärts und die sich in die Spermatozoen umbildenden Spermatiden gruppieren sich büschelartig um je einen Fortsatz herum, indem sie zusammen mit einer Sertoli'schen Zelle, den sog. Spermatoblasten bilden (v. Ebner).

Auf diese Art soll wahrscheinlich die Zufuhr der zur Entwickelung und zum Wachstum der Spermatozoen unumgänglich notwendigen Nahrungsstoffe gesichert werden. Nachdem dies stattgefunden, wird diese Verbindung locker und die Samen-

fäden können die Stelle verlassen, an welcher sie sich entwickelten.

Ungeachtet zahlreicher Forschungen der letzten Jahre, welche die Umwandlung der Spermatiden zu Spermatozoen zum Gegenstande hatten, gelang es nicht, in den betreffenden Anschauungen eine vollkommene Übereinstimmung zu erzielen.

Da wir angesichts dessen nicht in der Lage sind, die verschiedenen Ansichten hier anzuführen, beabsichtigen wir, uns in unserer Darstellung vor allem an die Ergebnisse der durch Meves angestellten Forschungen zu halten, indem wir in erster Linie den Verlauf dieses Prozesses beim Menschen berücksichtigen und nur teilweise die Einzelheiten aus den, die Entwickelung der Samenfäden bei Tieren betreffenden Untersuchungen benützen. Bei Säugetieren und beim Menschen verläuft die Samenbildung ähnlich.

Wenn wir unsere Zeichnungen auf Taf. XXVI, welche auf die Umbildung der Spermatiden in die Samenfäden beim Menschen Bezug haben, betrachten, bemerken wir, wie das Chromatingerüst des Spermatidenkernes eine immer dichtere Anordnung und eine immer mehr und mehr homogene Beschaffenheit zeigt; seine ursprünglich zentrale Lage in der Zelle wird immer mehr excentrisch, so dass der Kern aus der Zelle immer mehr heraustritt und seine Form immer länglicher wird.

Schon in einer früheren Phase der Umwandlung weisen die Spermatiden zwei Zentralkörper auf, welche eine ganz oberflächliche Lage annehmen. Von dem an die Zelloberfläche anstossenden (distalen) Zentralkörper wächst ein feines Fädchen aus der Zelle heraus, welches die erste Anlage des Schwanzfadens darstellt und bald an Länge zunimmt. (Fig. 154*a*.)

Der dem Kern näher gelegene (proximale) Zentralkörper beginnt zuerst die Form zu ändern, indem er zu einem Stäbchen wächst, und bald gestaltet sich auch der distale zu einem kegelförmigen Gebilde. Beide Zentralkörper ändern auch ihre Lage, indem sie sich dem Kerne nähern. Der proximale Zentralkörper verbindet sich sogar mit dem Kern. Der distale kegelförmige Zentralkörper, welcher mit dem anwachsenden Achsenfaden in einem fortwährenden Zusammenhange steht, zerfällt in zwei Gebilde: ein Knöpfchen und einen Ring. (Fig. 154*e*.) Der Ring beginnt jetzt seine Wanderung am Achsenfaden entlang nach hinten, um sich an der Grenze zwischen Verbindungsstück

und Hauptstück zu lokalisieren. (Fig. 154 *f*, *g*; Schlusscheibe Fig. 154 *h* [S. s.]).

Was die Hüllen anbetrifft, so haben die an tierischen Samenfäden angestellten Untersuchungen gezeigt (Meves), dass die Hülle des Hauptstückes *(Hi)*, welche, bedeutend verdünnt, auch das Verbindungsstück umfasst, vielleicht als Ausscheidungsprodukt des Achsenfadens aufzufassen ist.

Die Spiralhülle soll aus Körnern entstehen, welche sich aus dem Zellkörper auf das Verbindungsstück auflagern (v. Brunn, Benda). Die äusserste Hülle des Verbindungsstückes *(Hii)* verdankt auch der Zellsubstanz ihren Ursprung.

Auf diese Art enthält der Samenfaden sämtliche Bestandteile der Zelle, er stellt eine vollständige, bloss der Form nach veränderte Zelle dar.

Bei einigen Tieren schnürt sich jedoch ein grosser Teil der Zellsubstanz von dem sich entwickelnden Samenfaden ab und der Rest bildet um das Verbindungsstück eine äussere Hülle. Diese abgeschnürten Teile der Zellsubstanz sollen nach v. Ebner von den Sertoli'schen Zellen aufgenommen und resorbiert werden.

In der Anordnung der die verschiedenen Stadien der Spermatogenese zeigenden Zellen innerhalb der Samenkanälchen bemerkt man eine gewisse Regelmässigkeit. Es ist nämlich bei mehreren Tiergattungen erwiesen worden, dass „die zeitlich aufeinanderfolgenden Entwickelungsstadien der Samenzellen in einer kontinuierlichen Reihe räumlich nebeneinander im Längslaufe eines Samenkanälchens zu finden sind“ (v. Ebner) Der Vorgang der Spermatogenese, welcher aus einer ganzen Reihe von Entwickelungsphasen besteht, ist nach Art von Wellen über die Längsausdehnung des Samenkanälchens ausgebreitet. Solche Wellen wiederholen sich in bestimmten Abständen (v. Ebner).

B. Die ableitenden Samenwege.

Von dem Rete testis gehen im weiteren Verlaufe die sog. Ductuli efferentes testis ab, welche die Tunica albuginea durchbrechen und einen Bestandteil des Nebenhodens bilden. Es sind ihrer 9—15 und jeder derselben bildet, sich schlängelnd, ein vom Bindegewebe umgebenes Läppchen (Lobulus epididymidis, Coni vasculosi Halleri). Alle Läppchen zusammengenommen bilden den Kopf des Nebenhodens.

Die Ductuli efferentes testis vereinigen sich nach und nach zu dem Ductus epididymidis, welcher, sich schlängelnd, den Körper und Schwanz des Nebenhodens bildet und schliesslich in den Ductus deferens übergeht.

Die Ductuli efferentes sind mit zwei Gattungen einschichtigen, in Gruppen angeordneten Epithels ausgekleidet: dem hohen, gelbliche Körperchen enthaltenden, cylindrischen Flimmerepithel und dem kubischen nicht flimmernden Epithel.

Die Gruppen der letzteren Art von Epithel bilden innerhalb der ersten Gattung Einbuchtungen, welche den Eindruck von intraepithelialen alveolären Drüsen machen, wobei jedoch eine Ausbuchtung der Membrana propria nicht eintritt (Schaffer). Ausserhalb der letzteren befinden sich in mehrere zirkuläre Lagen gelagerte glatte Muskelzellen.

Hammar beschreibt in dem die Ductuli efferentes des Hundes auskleidenden Epithel Gebilde, welche das Bestehen von Sekretionsvorgängen in diesen Zellen beweisen sollen. Er hält das Vorhandensein dieser drüsenähnlichen, flimmerlose Zellen

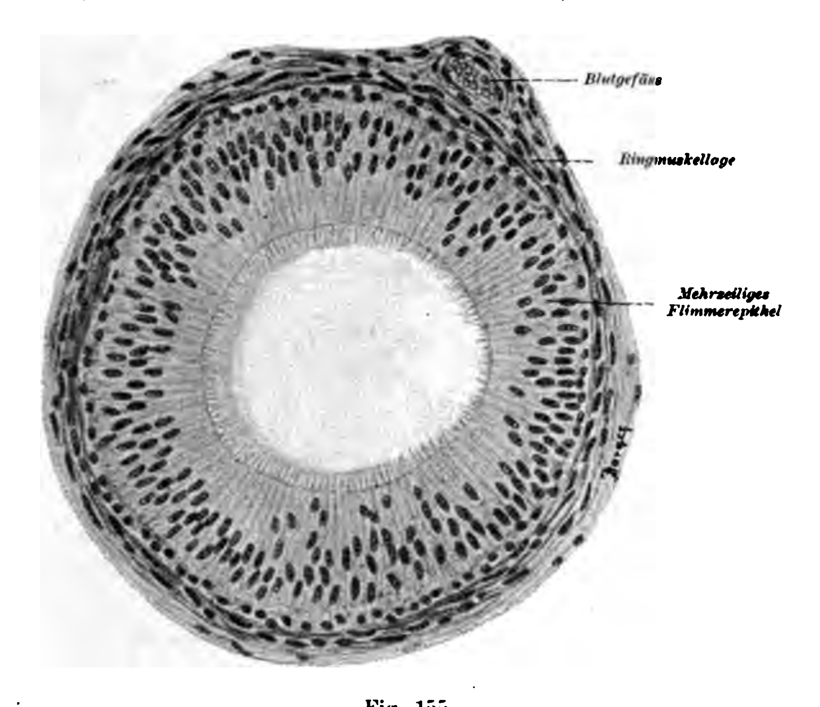


Fig. 155.

Querschnitt des Ductus epididymidis vom Menschen.
Ca. 300 mal vergrössert.

aufweisenden Bildungen für den Erfolg der Entleerung des Sekretes, welches zur Ernährung der Spermatozoen und Verdünnung der Samenflüssigkeit dienen soll.

Die Wandung des Ductus epididymidis besteht aus mehrzeiligem Flimmerepithel, der Membrana propria, einer Ringmuskel- und einer Bindegewebslage. (Fig. 155.)

Die Windungen sowohl der Ductuli efferentes, wie auch des Ductus epididymidis werden durch feines, lockeres Bindegewebe aneinander gehalten.

Der Samenleiter (Ductus deferens) (Fig. 156) besitzt eine in Längsfalten gelegte Schleimhaut, welche aus Epithel und der Tunica propria besteht. Das Epithel ist im Anfangsteile ein mehrzeiliges Flimmerepithel, welches schliesslich in einschichtiges Cylinderepithel übergeht. Überdies finden wir die Submucosa, eine innere Ringlage und eine äussere Längslage glatter Muskelzellen. Im Anfangsabschnitt des Samenleiters gelangt nach innen von der muskulären Ringlage in der Submucosa die dritte

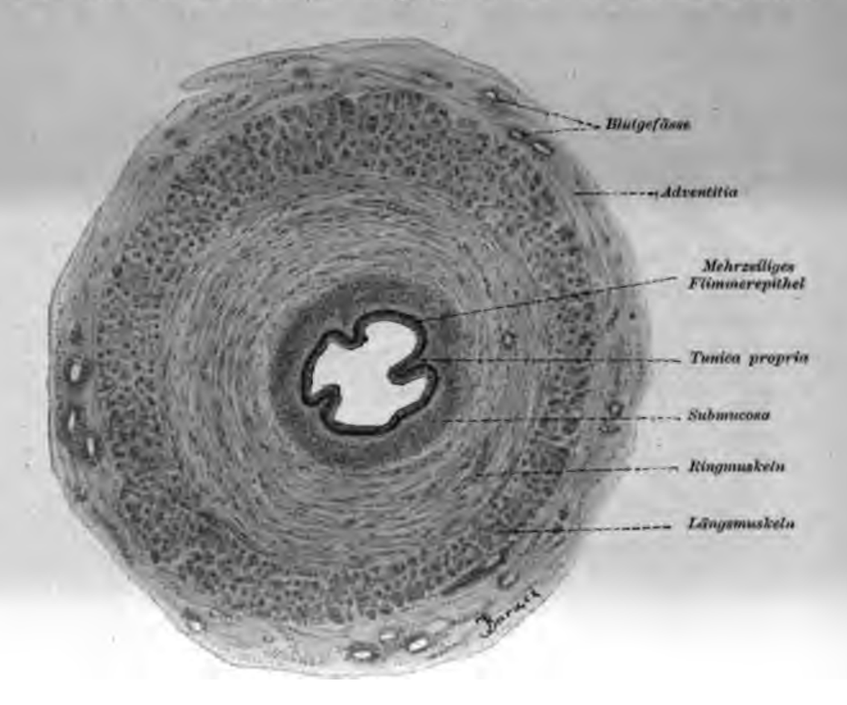


Fig. 156.

Querschnitt des Samenleiters des Menschen.

37 mal vergrössert.

dünne Schicht glatter Muskeln zur Entwickelung, deren Elemente längs verlaufen. In der äussersten Lage befindet sich die aus Bindegewebe bestehende Adventitia, welche elastische Fasern und Bündel von längsverlaufenden glatten Muskelzellen (Musculus cremaster internus) enthält.

In dem zur Ampulle spindelförmig ausgebuchteten Endteil des Samenleiters findet sich ein einschichtiges Cylinderepithel; übrigens entspricht er in seinem Bau den oberen Teilen desselben mit dem einzigen Unterschiede, dass hier in der Schleimhaut verzweigte, mit einer Lage kubischen oder cylindrischen Epithels ausgekleidete Drüsentubuli angetroffen werden.

Der Bau der Samenblasen (Vesiculae seminales) erfordert keine besondere Beschreibung, denn sie unterscheiden sich, was ihre Schichten und deren Zusammensetzung anbelangt, gar nicht von den Ampullen der Samenleiter.

Die Samenblasen sind drüsige Bildungen, so dass man sie den accessorischen Geschlechtsdrüsen beizählen kann.

Der Ductus ejaculatorius ist mit einschichtigem Cylinderepithel ausgekleidet. Seine Wandung weist ähnlich wie der Samenleiter zwei, jedoch schwächer entwickelte Schichten glatter Muskelzellen auf.

Hier muss solcher Gebilde Erwähnung geschehen, welche bloss Reste embryonaler Bildungen darstellen. Die Paradidymis (Organ von Giraldès), welche aus einigen gewundenen, beiderseits blind endigenden, mit einer Lage flimmernder Epithelzellen ausgekleideten Kanälchen besteht, liegt zwischen den Blutgefässen des Samenstranges in der Nähe des Hodens.

Am Nebenhoden unterscheiden wir verschiedene abirrende Gänge (Ductuli aberrantes):

Der Ductulus aberrans Halleri, welcher sich vom Ductus epididymidis abzweigt, der Ductulus aberrans capitis epididymidis und der Ductus aberrans am Rete testis (M. Roth).

Alle obigen Gebilde endigen blind, sind mit cylindrischem Flimmerepithel ausgekleidet und stammen von der Urniere ab.

Der Appendix testis (ungestielte Morgagni'sche Hydatide) stellt gewöhnlich ein aus gefässreichem Bindegewebe zusammengesetztes, an der Oberfläche mit Flimmerepithel überzogenes solides Läppchen dar, welches am vorderen Umfang des Nebenhodens sitzt. Von ihm geht ein kurzer Stiel ab, welcher

ein mit Cylinderepithel ausgekleidetes Kanälchen enthält. Manchmal besitzt die ungestielte Hydatide eine mit Flimmerepithel ausgekleidete Höhle.

Der inkonstante Appendix epididymidis (gestielte Hydatide) tritt in Form eines feinen, mit kubischen Zellen ausgekleideten Bläschens auf, welches durch einen langen Stiel mit dem Kopf des Nebenhodens verbunden ist. Die Abstammung beider Appendices ist noch nicht endgültig aufgeklärt. Der erste ist wahrscheinlich als Rudiment des Müller'schen Ganges, der zweite als Urnierenrest zu betrachten.

C. Anhangdrüsen der männlichen Geschlechtsorgane.

1. Die Prostata besteht aus 30—50 verästelten tubulösen Einzeldrüsen, welche gegen die Basis des Colliculus seminalis konvergieren. Mehrere Ausführungsgänge konfluieren miteinander; ihre Mündungen in die Harnröhre liegen 15—30 an Zahl in der Gegend des Colliculus seminalis. Das die Drüsengänge auskleidende Epithel ist kubisch und einschichtig. Nur grössere Ausführungsgänge sind mit Übergangsepithel, wie wir es in der Pars prostatica urethrae vorfinden, ausgekleidet. Das Sekret der Prostata — Succus prostaticus — ist eine seröse Flüssigkeit, welche keinen Schleim enthält. Bei älteren Individuen bilden sich in Endstücken sog. Prostatasteine. Es sind dies runde, annähernd 1 mm grosse, konzentrisch geschichtete Ballen stark eingedickten, manchmal sogar verkalkten Sekretes.

Die Prostata enthält den sog. Utriculus prostaticus (Vesicula prostatica, Sinus prostaticus, Uterus masculinus) in Form einer blind endigenden Tasche, deren Schleimhaut Falten bildet. Die letztere, ein Rest des kaudalen Abschnittes der verschmolzenen Müller'schen Gänge, ist mit zweizeiligem Flimmerepithel bedeckt und enthält kleine tubulöse Drüsen.

Einen sehr bedeutenden Teil der Prostata bildet das zwischen den Drüsen befindliche Zwischengewebe. Es ist dies ein derbes Bindegewebe, welches sehr reichlich angesammelte Bündel glatter Muskelzellen enthält. Das Zwischengewebe bildet auf der äusseren Oberfläche des ganzen Organes eine starke Kapsel und auf der die Harnröhre umfassenden Innenfläche ein mächtig entwickeltes Lager. Von diesem letzteren gehen aus der Gegend des Colliculus seminalis bindegewebige Scheidewände strahlenförmig aus, treten zwischen die einzelnen Drüsen ein und verlaufen zur äusseren Kapsel. Das Zwischengewebe nimmt im

späteren Alter an Menge bedeutend zu, während das Drüsengewebe spärlicher wird.

Die Prostata enthält reichliche Blutgefässe und Nerven.

2. Die Cowper'schen Drüsen (Glandulae bulbourethrales s. Cowperi) sind zusammengesetzte tubulöse Schleimdrüsen, deren Endstücke mit einem einschichtigen, deren Ausführungsgänge mit einem 2—3 schichtigen kubischen Epithel ausgekleidet sind.

D. Der Penis.

Den Hauptbestandteil des Penis bildet das schwammige Schwellgewebe, welches in Form von drei cylindrischen Schwellkörpern auftritt: den zwei Corpora cavernosa penis und dem Corpus cavernosum urethrae.

Das Schwammgewebe (Schwellgewebe) (Fig. 157) besteht aus Bindegewebsbälkchen und Blättern, welche elastische Fasern und reichliche Bündel glatter Muskelzellen enthalten, sich miteinander vereinigen und ein Netzwerk (Balkengerüst) bilden. In den Maschen desselben befinden sich Lücken (Cavernae), welche ein System von miteinander anastomosierenden Räumen bilden. Diese letzteren sind mit einer Lage platten Epithels ausgekleidet und enthalten venöses Blut. Das Schwammgewebe eines jeden Corpus cavernosum ist von einer festen, bindegewebigen Haut, der Tunica albuginea umgeben.

Die Corpora cavernosa penis werden auf nachstehende Art mit Blutgefässen versorgt. Die zuführenden Arterien, Äste der Arteriae profundae und dorsales penis zeichnen sich durch eine stark entwickelte Media aus. Besondere Beachtung verdient das verschiedene Verhalten der Arterien zu den Venen. Ein Teil der Arterien nämlich geht in die Venen über durch Vermittelung von Kapillaren, ein kleinerer Teil dagegen ergiesst sich direkt in venöse Räume. Im ersten Falle bilden die Kapillaren dicht unter der Tunica albuginea das feine oberflächliche Rindennetz, welches in das tiefer liegende gröbere Rindennetz venöser Gefässe übergeht. Erst mit diesem stehen grosse zentrale Venenräume des Schwellkörpers in Verbindung. Im zweiten Falle gehen die Arterien unmittelbar in die Venen über, indem sie entweder in das tiefe gröbere venöse Rindennetz münden oder direkt in die cavernösen Venenräume sich ergiessen.

Die zurückführenden Venen (Venae emissariae) sammeln sich teilweise aus dem gröberen tiefen Rindennetze, teilweise

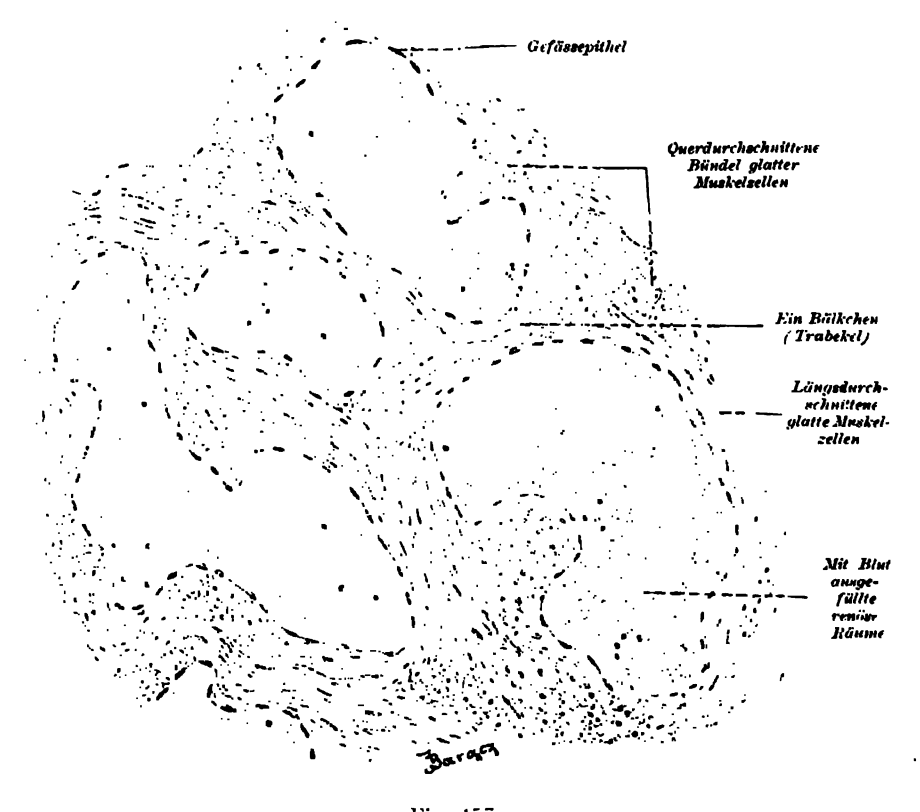


Fig. 157.
Schwammgewebe vom Corpus cavernosum penis eines Affen.
Ca. 200 mal vergrössert.

aus den zentralen cavernösen Venenräumen. Die letzteren, aus dem Inneren der Corpora cavernosa hervorkommenden Venen gehen durch die Lücken der Rindennetze durch. Diese Anordnung ist für den Vorgang der Erektion von grosser Wichtigkeit. Bei der stärkeren Füllung des Rindennetzes werden nämlich diese ausführenden Venen komprimiert, infolgedessen kann der Abfluss des Blutes mit dem Zufluss nicht gleichen Schritt halten. Ein vermehrter Zufluss wird durch die teilweise unmittelbare Verbindung der Arterien mit den cavernösen Venenräumen ermöglicht. Die Venen sammeln sich nach Durchbruch der Tunica albuginea zu der Vena dorsalis und den Venae profundae penis.

Im Corpus cavernosum urethrae, welches von einer feinen Tunica albuginea umgeben ist, können wir zwei Gebiete unterscheiden. Das tiefe Gebiet, welches wir gleichfalls in der

Pars membranacea und prostatica vorfinden, wird von reichlichen Venengeflechten der Submucosa urethrae gebildet. Die periphere Partie bildet das Schwammgewebe, welches jenem der Corpora cavernosa penis entspricht, jedoch feiner ist. Die Arterien münden hier nie unmittelbar in die Venenräume, sondern immer erst durch Vermittelung der Kapillaren.

Die Glans penis besteht aus vielfach geschlängelten Venen, welche durch stark entwickeltes Bindegewebe zusammengehalten werden.

Die Tunica albuginea der cavernösen Körper und die Glans penis sind reichlich mit Nerven versehen. — (Siehe Nervenendigungen.)

2. Die weiblichen Geschlechtsorgane.

A. Eierstock (Ovarium).

Die Ovarien sind alveoläre Drüsen, welche keine Ausführungsgänge haben. Ihr Produkt — die Eizelle — wird auf eine besondere, später zu beschreibende Art ausgeschieden. In den Eierstöcken können wir eine Mark- und eine Rindensubstanz unterscheiden. (Fig. 158.)

Die erstere, auch Zona vasculosa genannt, zeichnet sich durch ihren Blutreichtum aus. Sie besteht aus Bindegewebe, welchem elastische Fasern und Züge glatter Muskelzellen, die grössere Gefässe begleiten, beigemengt sind. Diese Gefässe treten in den Hilus ein, und nehmen einen charakteristischen, vielfach geschlängelten Verlauf.

Die zweite Schicht enthält, neben Bindegewebe, das für dieselbe charakteristische Drüsengewebe, welches in Form von sog. Follikeln auftritt, die das eigentliche Produkt — die Eizellen — enthalten. Das die Drüsenelemente scheidende Bindegewebe ist eine Fortsetzung des Bindegewebes der Marksubstanz und wird auch Stroma genannt. Es bildet an der Oberfläche der Rindensubstanz eine kompaktere Schicht, welche wir Tunica albuginea nennen.

Die ganze Oberfläche des Eierstocks, d. i. die ganze Tunica albuginea ist mit einem einschichtigen kubischen Epithel — Keimepithel —, welches eine modifizierte Fortsetzung der peritonealen Auskleidung bildet, bedeckt.

Wir werden zunächst den Bau der Rindensubstanz, auch Zona parenchymatosa genannt, und vor allem ihren aller-

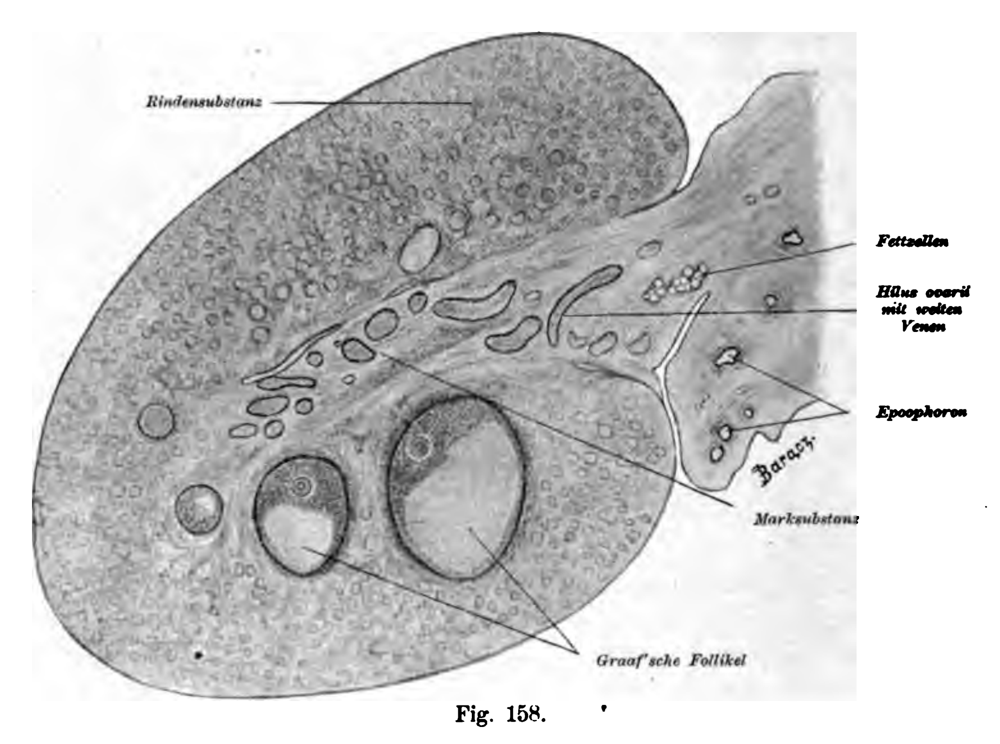


Fig. 158.

Querschnitt des Ovarium vom Affen.
26 mal vergrössert.

wichtigsten Bestandteil, d. i. den Drüsenteil, näher beschreiben. Das Stroma der Rindensubstanz besteht aus fibrillärem Bindegewebe, welches bei jungen Individuen sehr zellenreich ist. Die eigentliche Drüsensubstanz besteht aus ungemein zahlreichen Eifollikeln. Der Bau des Drüsenteiles wird verständlich, wenn wir seine Entwickelung untersuchen.

Die Eifollikel stammen vom Keimepithel ab. Der erste Teil der Entwickelung fällt in das Embryonalleben, die Reifung der Eier dagegen in die Zeit der Zeugungsfähigkeit. Die Keimepithelzellen vermehren sich durch Teilung und einige derselben differenzieren sich zu grösseren protoplasmareichen Zellen mit grossem Kerne und Kernkörperchen. Diese Zellen werden Primordialeier oder Ureier genannt. (Fig. 159 A.) Die Zellen des Keimepithels vermehren sich und das letztere wuchert mitsamt den differenzierten Primordialeiern in das tiefer liegende embryonale Bindegewebe (Stroma) hinein (Fig. 159 B) und zwar in Form von soliden Schläuchen (Pflüger'sche Schläuche,

Eiballen, Einester). Zwischen den Zellen derselben geht in weiterer Folge eine Differenzierung vor sich, welche, ähnlich wie oben, das Auftreten von Eiern zwischen anderen nicht differenzierten Zellen bewirkt.

Die Pflüger'schen Schläuche werden vom Bindegewebe durchwachsen und in kleinere Zellkomplexe zerlegt. In jeder solchen, ringsum von Bindegewebe umgebenen Abteilung — Primärfollikel (Folliculus oophorus primarius) — können wir immer wenigstens ein Ei, öfters auch mehrere (3, 4) unterscheiden,

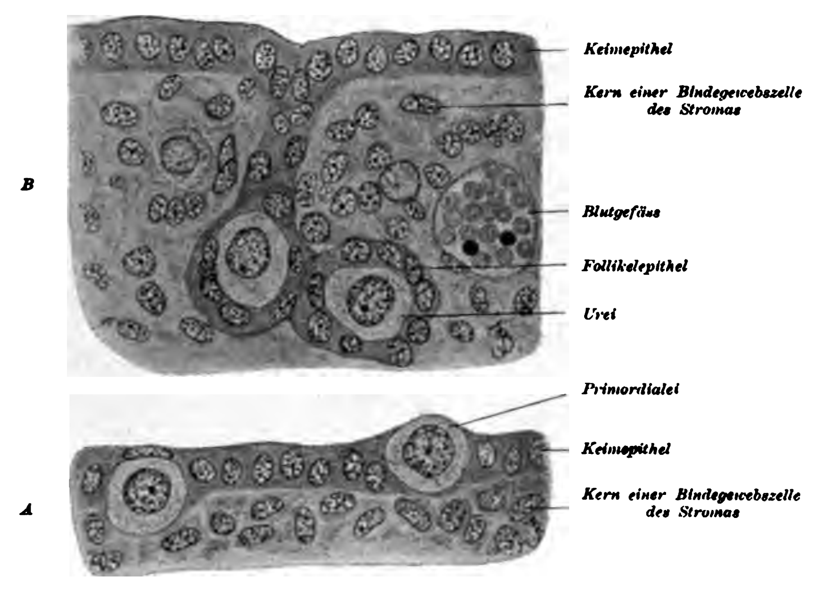


Fig. 159.

Aus einem senkrechten Durchschnitte des Eierstockes eines menschlichen Embryo aus dem dritten Monate.
Ca. 540 mal vergrössert.

welche ringsum von einer Schicht Keimepithelzellen, Follikelzellen genannt, umgeben sind. Später enthält jeder Primärfollikel bloss ein Ei, teils weil andere Eier zu Grunde gehen, teils weil ein ursprünglich mehrere Eier enthaltender Follikel vom hineinwuchernden Bindegewebe in Komplexe von je einem Ei und mehreren Follikelzellen zerlegt wird. Die letzteren haben inzwischen eine bedeutende Vermehrung erfahren.

Weitere Veränderungen, welche gewöhnlich bereits in das postembryonale Leben fallen, bestehen darin, dass die Follikel-

zellen kubische Form annehmen und, sich durch karyokinetische Teilung vermehrend, sich in mehrere Schichten rings um das Ei lagern. (Fig. 160.) Auch in diesem letzteren treten während des Wachstums des Follikels gewisse Veränderungen ein. Vor allem nimmt dasselbe an Grösse zu. Wenn es eine gewisse Grösse erreicht hat, tritt rings um dasselbe eine sehr feine Membran — Membrana (Zona) pellucida — auf, welche nach der Ansicht der einen, ein Erzeugnis des Follikelepithels ist, somit eine von aussen gebildete Hülle der Eizelle darstellt, nach

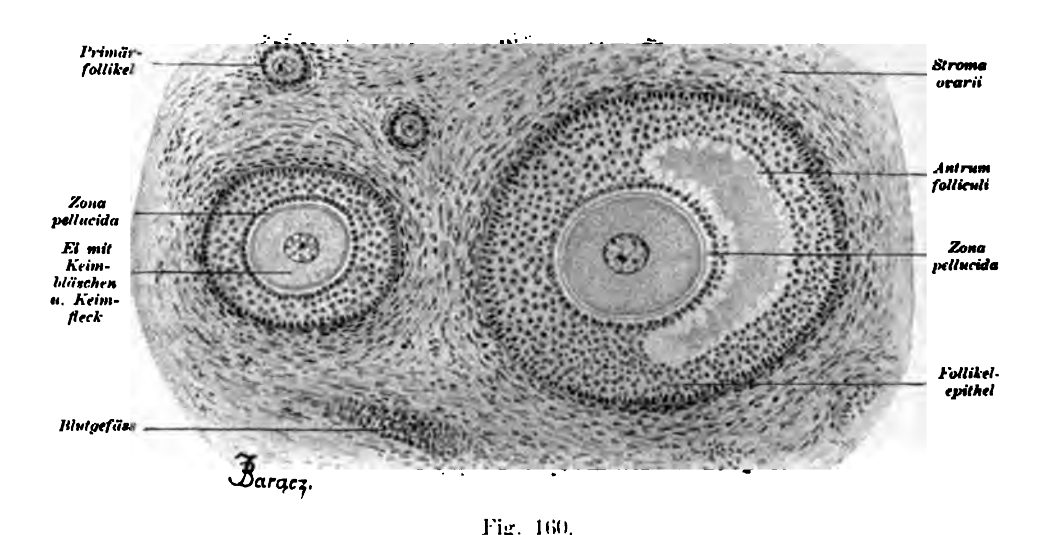


Fig. 160.

Aus einem Durchschnitte durch die Rinde eines Affeneierstockes.
Ca. 150 mal vergrössert.

der Ansicht anderer dagegen als Produkt der Eizelle selbst zu betrachten ist (Kölliker, Sobotta).

Zu dieser Zeit speichert das Eiprotoplasma in sich Nahrungsstoffe in Form einer krümeligen Substanz auf und infolgedessen wandelt sich der überwiegende Teil desselben in das sog. Deutoplasma um, mit Ausnahme einer unbedeutenden Schicht, welche den Kern umgiebt und der äussersten Partie des Eies. Das Protoplasma und Deutoplasma zusammengenommen bildet den sog. Dotter.

Der excentrisch gelegene Kern der Eizelle ist kugelig, klar, besitzt eine deutliche Kernmembran mit doppelten Konturen und erscheint deshalb bläschenartig. Diesem Umstande verdankt

er seinen früheren Namen: Keimbläschen (Vesicula germinativa).

Innerhalb des chromatischen Gerüstes befindet sich das deutliche Kernkörperchen (Keimfleck, Macula germinativa), an welchem amöboide Gestaltveränderungen beobachtet worden sind (Nagel). Die Lage des Keimbläschens innerhalb der Eizelle wird immer mehr peripherisch.

Während dieser Umwandlungen innerhalb der Eizelle gehen auch im Follikel weitere Veränderungen vor sich.

So sammelt sich in einer Lücke, welche zwischen den Follikelzellen entsteht, eine seröse Flüssigkeit — Liquor folliculi — an. Die den Liquor enthaltende Höhle — Antrum folliculi — entsteht an einer der Oberfläche des Ovariums nahe gelegenen Stelle. Der Liquor verdankt seine Entstehung teilweise der Transsudation aus den den Follikel umflechtenden Gefässen, teilweise der Auflösung einzelner Follikelepithelzellen. Infolge der Zunahme der Flüssigkeit, welche die mittlere Partie des Follikels einnimmt, erhält das Ei eine excentrische Lage und der ganze Follikel — Folliculus oophorus vesiculosus

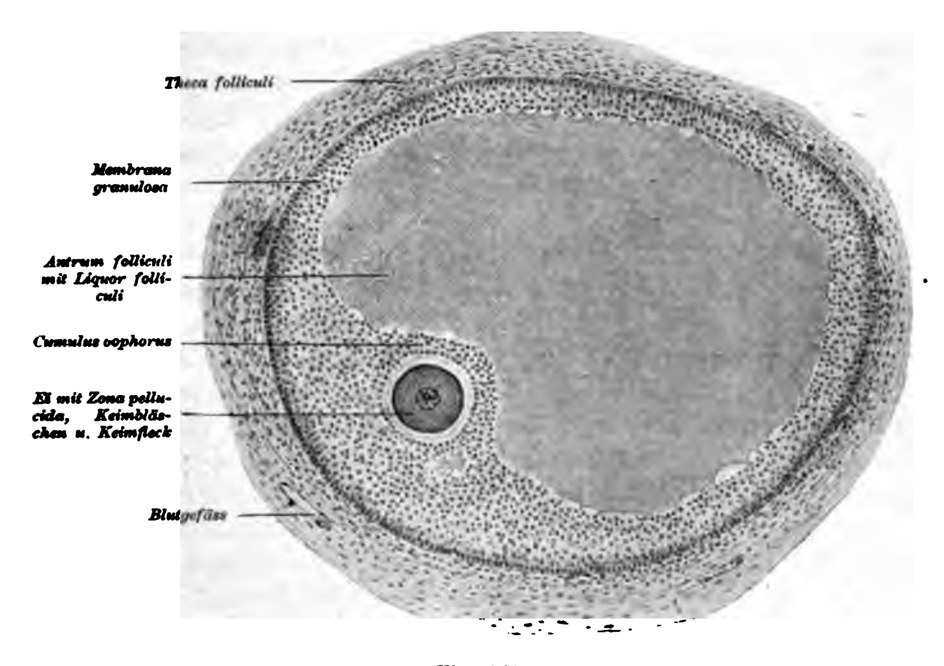


Fig. 161.

Durchschnitt eines Graaf'schen Follikels vom Affen.
Ca. 90 mal vergrössert.

s. Graafi — erreicht eine bedeutende Grösse (bis zu 5 mm Durchmesser) und wölbt sich über die Oberfläche des Eierstocks vor.

Das Follikelepithel kleidet das Innere des Follikels in mehreren Schichten aus, indem es das sog. Stratum granulosum (Membrana granulosa) bildet; an einer dem Innern des Eierstocks zugekehrten Stelle dagegen bildet es eine hügelartige Verdickung, in welcher das Ei steckt (Cumulus oophorus, Discus proligerus). (Fig. 161.)

In dieser Periode wird die das Ei umgebende Zona pellucida dicker und zeigt radiäre Streifung. Diese Streifung schrieb man zuerst dem Vorhandensein sehr feiner Porenkanälchen zu, welche die ganze Dicke der Zona pellucida durchsetzen sollen. Spätere Forschungen (Retzius, Paladino, Kolossow) haben jedoch dargethan, dass diese radiäre Streifung die Folge des Eindringens feiner Ausläufer der innersten Lage der Follikelzellen (nach Art der Interzellularbrücken) durch die Zona pellucida ist, wodurch eine engere Verbindung der Eizelle mit den Follikelepithelzellen herbeigeführt wird, was wahrscheinlich für die Ernährung der Eizelle von Bedeutung ist.

Zwischen dem Ei und der Zona pellucida bildet sich dadurch, dass die letztere der Oberfläche des Eies nicht unmittelbar anliegt, der perivitelline Spaltraum; deshalb kann sich die Eizelle während des Lebens innerhalb ihrer Hülle drehen, wobei das Keimbläschen, dem Gesetze der Schwere folgend, sich immer nach oben wendet

Ganz entgegengesetzt beschreiben einige Autoren die Zona pellucida: Sobotta beschreibt dieselbe bei der Maus als eine völlig homogene Membran ohne irgend welche Streifung; er bestreitet auch das Bestehen eines perivitellinen Spaltraumes.

Andererseits grenzt die Zona pellucida an die äusserste Schicht des Follikelepithels, welche aus mehr cylindrischen, strahlenkranzartig gelagerten und die sog. Corona radiata bildenden Zellen besteht.

Das gesamte Follikelepithel des Graaf'schen Follikels ist von einer bindegewebigen Hülle (Theca folliculi) umgeben. An der Berührungsfläche des Epithels und des Bindegewebes finden wir eine strukturlose Basalmembran die Glashaut.

In der Theca folliculi können wir die innere, an rundlichen und spindelförmigen Zellen reichere Schicht, die Tunica interna und die fast ausschliesslich aus zirkulär verlaufenden Bindegewebsfasern bestehende Tunica externa unterscheiden.

Die Bildung der Graaf'schen Follikel beginnt bereits vor der Pubertät, manchmal sogar schon bei Neugebornen und Foeten.

Das oben beschriebene Ei ist noch nicht befruchtungsfähig. Um es zu werden, muss dasselbe reifen, d. i gewissen Veränderungen unterliegen, welche wir unter der Benennung Reifungserscheinungen umfassen. Die letzteren bestehen in der sog. Chromosomenreduktion, welche durch die Ausstossung der beiden Richtungskörper zustande kommt. Wir haben auf Seite 19 und 20 den Prozess der Eireifung bei einem niederen Tiere (Physa fontinalis) beschrieben, bei dem die Ausstossung der beiden Richtungskörper erst dann erfolgt, wenn der Befruchtungsprozess bereits begonnen hat.

Bei höheren Tieren und beim Menschen geht die Eireifung schon im Eierstock vor sich. Der zweite Richtungskörper wird kurz vor der Ausstossung des Eies aus dem Eierstock — vor dem Follikelsprung — ausgeschieden. Erst wenn das Ei innerhalb des Graaf'schen Follikels reif, d. i. befruchtungsfähig geworden ist, springt der Follikel und das Ei wird frei.

Die Theca folliculi wird an der Stelle, an welcher sie mit der Tunica albuginea des Ovariums in Berührung steht, mit fortschreitender Reifung immer dünner. Aus welchem Grunde der Follikel springt, ist nicht vollständig aufgeklärt. Es scheint, dass mehrere Faktoren gleichzeitig wirken. Die Zunahme des Liquor folliculi, die beträchtliche Kongestion, welche die Ovulation stetig begleitet und eine bedeutende Schwellung des Ovariums bewirkt, endlich auch möglicherweise die Kontraktion glatter Muskelzellen können das Sprengen des Follikels veranlassen, dessen Wandung ohnehin, vorzüglich an der freiliegenden Stelle, infolge der Obliteration der Blutgefässe der Follikelwand, sehr verdünnt und atrophisch ist. Während dessen wird die Verbindung des Eies mit den das Ei unmittelbar umgebenden Zellen des Cumulus oophorus und dem Reste der Granulosa immer mehr gelockert und schliesslich ganz gelöst, so dass das Ei im Liquor folliculi isoliert liegt. Während des Sprungs wird es vom herausfliessenden Liquor fortgerissen und gelangt in die Bauchhöhle.

Den Follikelsprung begleitet in der Regel ein Bluterguss, welcher die Lücke teilweise ausfüllt. Nach dem Sprunge nehmen innerhalb des geplatzten Follikels Zellen, deren Natur bis jetzt nicht entschieden ist, an Grösse und Zahl zu, so dass sie bald die ganze Höhle des gesprungenen Follikels ausfüllen und das sog. Corpus luteum bilden.

Diese Zellen enthalten innerhalb des Protoplasmas feine fettähnliche Körnchen **L u t e i n**, daher ihre Benennung **L u t e i n-zellen.** Sie verdanken dem Lutein ihre gelbe Farbe, welche sie dem ganzen — Corpus luteum genannten — Gebilde verleihen.

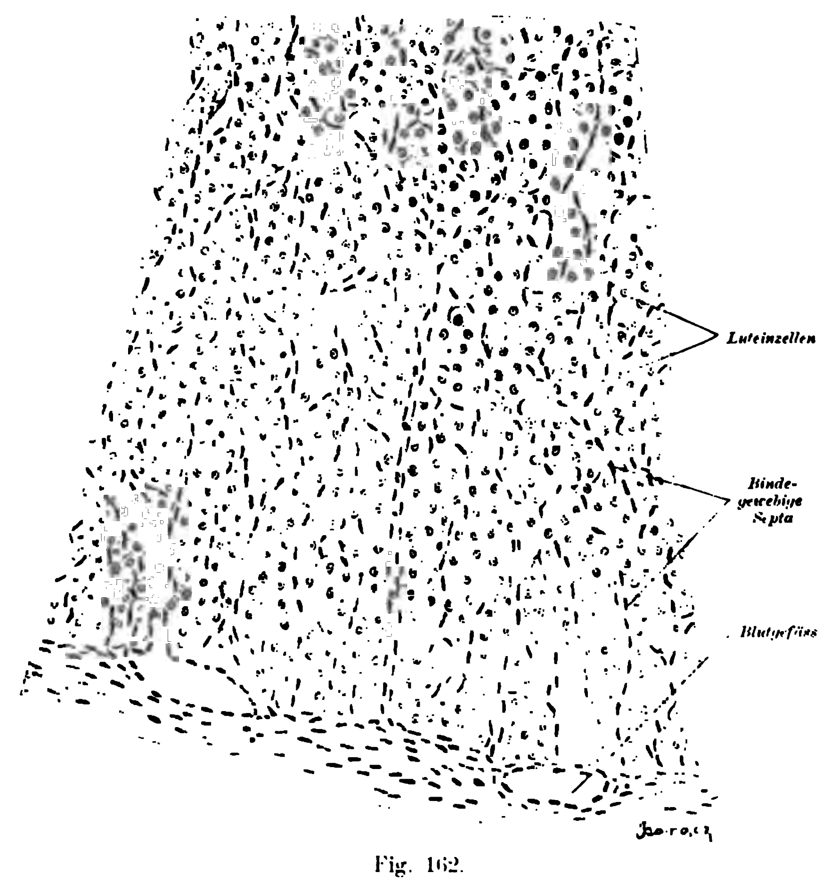


Fig. 162.

Stück eines Corpus luteum einer Hündin.

Ca. 300 mal vergrössert.

Wie erwähnt, ist die Natur dieser Zellen noch zweifelhaft. Die eingehenden Untersuchungen der letzten Jahre sprechen zwar dafür, dass sie aus dem Epithel hervorgehen (S o b o t t a, R a b l), einige Autoren halten jedoch bis jetzt an der Ansicht fest, dass sie bindegewebigen Ursprungs sind (v. K ö l l i k e r, H i s, N a g e l, C l a r k) und den Bindegewebszellen der Follikelwand (Tunica interna der Theca) entstammen.

Der Bluterguss wird allmählich resorbiert, so dass wir später als Rest des resorbierten Blutergusses mitten im Corpus luteum nur orangerote Hamatoidinkrystalle vorfinden.

Wenn die Entwickelung der Luteinzellen den Höhepunkt erreicht hat, geht bald in denselben eine fettige Degeneration vor sich, mit welcher die Rückbildung des Corpus luteum beginnt.

Von der Theca dringt auch fibrilläres Bindegewebe in Form von Zügen gegen das Innere des Corpus luteum vor. Entsprechend dem Zerfall der degenerierten Luteinzellen schrumpft dieses Bindegewebe zusammen und das Corpus luteum wandelt sich in ein Corpus albicans s. fibrosum um.

Wir unterscheiden Corpora lutea vera und spuria, je nachdem dieselben in einem Follikel entstehen, dessen Ei befruchtet wurde oder nicht. Durch die Einzelheiten des Baues unterscheiden sie sich nicht von einander, sondern nur dadurch, dass die Corpora lutea vera infolge der die Schwangerschaft begleitenden Hyperämie des Eierstockes bedeutend grösser sind. Die Corpora lutea vera und folgerichtig auch die aus denselben entstandenen Corpora albicantia bleiben längere Zeit bestehen, weil ihre Rückbildung bedeutend länger dauert.

Nachdem wir beschrieben haben, wie das reife Ei den Eierstock verlässt und welche Veränderungen im Eierstock dies nach sich zieht, müssen wir bemerken, dass nur ein kleiner Teil der angelegten Eier zur Reife kommt. Wenn man berücksichtigt, dass nach Henle von etwa 72000 Eiern eines Weibes nur gegen 400 zur Reife gelangen, während andere der Rückbildung unterliegen und zu Grunde gehen, so muss man die Überzeugung gewinnen, dass die Rückbildungsvorgänge im Ovarium sehr bedeutend sind.

Dieser Rückbildungsprozess, welcher einen vollkommen physiologischen Vorgang darstellt und welchen wir unter der Bezeichnung „Follikelatresie“ umfassen (Slaviansky, Schottländer), beruht auf einer Reihe von Vorgängen, welche sowohl das Ei selbst als auch die Follikelepithelzellen und die Theca betreffen.

Den Ausgangspunkt für diese Veränderungen bildet das Ei, und zwar in erster Linie das Keimbläschen, welches entweder der Chromatolyse oder einer einfachen Atrophie verfällt. Die Chromatolyse (oder Karyolyse, Flemming) besteht darin, dass das veränderte Chromatin körnig zerfällt und schliesslich gelöst wird. Die Kernmembran verschwindet früher oder später.

Im Zellkörper bemerken wir gleichzeitig Veränderungen in Form einer Degeneration, meist einer Fettdegeneration, welche schliesslich zur Verflüssigung des Zellkörpers führt. Die Zona pellucida erfährt entweder zunächst eine Aufquellung oder sie löst sich direkt auf. Diesen Veränderungen in der Eizelle folgt unmittelbar der Untergang der Follikelepithelzellen und zwar infolge eben solcher Veränderungen, wie wir sie oben im Ei gesehen haben. An der Auflösung und Resorbtion der abgestorbenen Zellen beteiligen sich meist Wanderzellen.

Dieser Substanzverlust regt oft zu einer Gewebsneubildung i. e. Wucherung der Theca (Tunica interna) an, welche zur Ausbildung einer, aus fibrillärem Bindegewebe bestehenden Narbe führt (Schottländer). In solchen der Entartung unterliegenden Eiern bemerkte man mehrmals (Flemming, Schottländer) Richtungsfiguren, d. h. mitotische Figuren.

Am Hilus treten einige arterielle Stämmchen als Äste der Arteria spermatica interna und Arteria uterina in die Marksubstanz ein, wo sie einen charakteristischen, stark geschlängelten, korkzieherähnlichen Verlauf nehmen. Sie unterliegen schon hier einer wiederholten Teilung und die hiedurch entstandenen kleineren Äste bilden, indem sie divergierend auseinander gehen, in der peripheren Partie der Marksubstanz ein reichliches Netzwerk. Von diesem letzteren treten in die Rindensubstanz vorwiegend feinere Zweigchen ein, welche das Stroma versehen und ein reichliches Kapillarnetz für die Theca der Follikel bilden. Die Venen zeichnen sich im Gegensatze zu den Arterien durch eine dünne Wandung und geringe Weite des Lumens aus und bilden am Hilus einen dichten Plexus.

Die Lymphgefässe umflechten mit einem Netz die Graff'schen Follikel und verlassen das Ovarium durch den Hilus als zahlreiche weite Stämme.

Die Nerven, teilweise markhaltig, teilweise marklos, treten in den Eierstock durch den Hilus ein, indem sie dem Verlaufe der Gefässe folgen, in deren Wandung sie zum grossen Teile endigen. Dagegen dringt ein anderer Teil bis an das Keimepithel vor, und umspinnt die Follikel mit einem dichten Geflechte.

Nach den neuesten Forschungen von Retzius, v. Gawroński, Mandl treten die Nervenfasern in die Follikel nicht ein, in welcher Beziehung diese Autoren mit den Ansichten Riese's und v. Herff's, welche die letzten Nervenendigungen zwischen den Epithelzellen der Follikel bemerkten, nicht übereinstimmen.

Zu den rudimentären Organen, welche wir in der Nachbarschaft der Eierstöcke vorfinden und welche von der Urniere abstammen, sind vor allem das Epoophoron (Nebeneierstock, Parovarium, Rosenmüller'sches Organ) und das Paroophoron zu zählen.

Das erste liegt im breiten Mutterbande am Hilus ovarii und erscheint in Form von mehreren blind endigenden, geschlängelten, mit Flimmerepithel ausgekleideten Kanälchen.

Das Paroophoron liegt medial von ersterem und besteht ebenfalls aus gewundenen flimmernden Kanälchen.

Das erste ist homolog mit der Epididymis, das zweite mit der Paradidymis beim Manne.

B. Eileiter (Tuba uterina Fallopii).

In seiner Wandung können wir folgende Schichten unterscheiden:

a. Tunica mucosa, b. Tunica submucosa, c. Tunica muscularis und d. Tunica serosa.

Die Mucosa ist in Falten gelegt, welche der Länge nach geordnet sind; dieselben sind in verschiedenen Abschnitten ver-

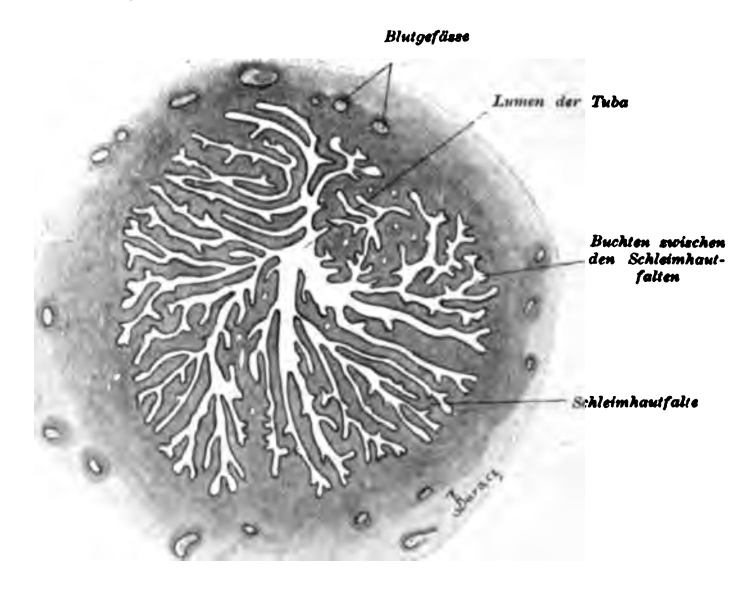


Fig. 163.

Querschnitt durch die Eileiterampulle eines jungen Weibes.
Ca. 25 mal vergrössert.

schieden hoch und mehr oder weniger in das Lumen hineinragend. (Fig. 163.) Sie erreichen im Bereich der Eileiterampulle die grösste Höhe und tragen sehr zahlreiche, stark verzweigte Nebenfalten, so dass das Lumen am Querschnitt für das unbewaffnete Auge von diesen Nebenfalten ganz ausgefüllt erscheint.

Die Schleimhaut weist, wie gewöhnlich, mehrere Schichten auf. Die ganze Oberfläche ist mit einschichtigem Flimmerepithel ausgekleidet, dessen Zellen cylindrisch sind und dessen Flimmerhaare sich gegen den Uterus zu bewegen. (Fig. 164.)

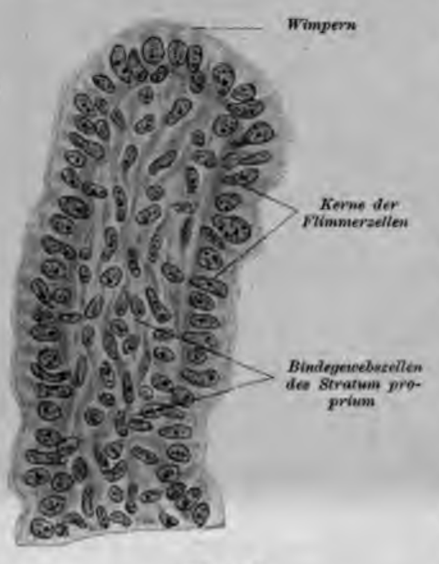


Fig. 164.

Aus einem Schnitte durch die Schleimhautfalte einer menschlichen Tuba Fallopii. Ca. 480 mal vergrössert.

Die unter dem Epithel liegende Tunica propria ist zellenreich und liegt der dünnen Tunica muscularis mucosae an, deren glatte Elemente längs verlaufen.

Diese äusserste Schicht der Tunica mucosa grenzt an die Tunica submucosa, welche aus lockerem Bindegewebe besteht.

Ausserhalb des letzteren finden wir die Tunica muscularis, welche zwei Schichten aufweist: die innere, stärker entwickelte enthält eine zirkuläre und die äussere eine dünne Lage longitudinal verlaufender glatter Muskelzellen.

Die Muskelschicht ist an der Stelle, an welcher die Schleimhaut am dicksten ist (in der Pars ampullaris), am dünnsten und nimmt in der Nähe des Uterus an Dicke zu.

Die Tunica serosa, welche in ihrem Bau dem Peritoneum entspricht, ist mit der Tunica muscularis mittelst eines lockeren Bindegewebes verbunden.

Die Schleimhaut ist mit Blutgefässen reichlich versehen.

Die Nerven bilden in der Tubenwand ein reiches Geflecht, von welchem zur Schleimhaut abgehende Ästchen (bei Tieren) bis in das Epithel hineingelangen (v. Gawroński).

C. Uterus (Gebärmutter).

In der Wand des Uterus unterscheiden wir folgende Schichten: a) eine Mucosa (Endometrium), b) eine Muscularis (Myometrium) und c) eine Serosa (Perimetrium).

Die die ganze Gebärmutterhöhle auskleidende Mucosa ist nach Eintritt der Pubertät bis 1 mm dick. Sie trägt an ihrer Oberfläche ein einschichtiges flimmerndes Cylinderepithel, dessen Flimmerhaare sich gegen die Cervix uteri bewegen (Hofmeier).

Die Tunica propria halten einige für eine Art reticulären (adenoiden) Bindegewebes, andere dagegen für eine Art von feinfaserigem, zahlreiche Bindegewebszellen und Leukocyten, sowie eine reichliche homogene Zwischensubstanz enthaltenden Bindegewebes.

In der Tunica propria befinden sich zahlreiche einfache oder dichotomisch sich teilende tubulöse Drüsen, welche in der tieferen, dem blinden Ende näheren Partie oft einen geschlängelten Verlauf nehmen. Diese Drüsen unterscheiden sich von anderen ähnlichen dadurch, dass sie mit einschichtigem flimmernden Cylinderepithel, dessen Zellen nach der Mündung der Drüse flimmern sollen (Lott), ausgekleidet sind. (Fig. 165.) Die Drüsen sind

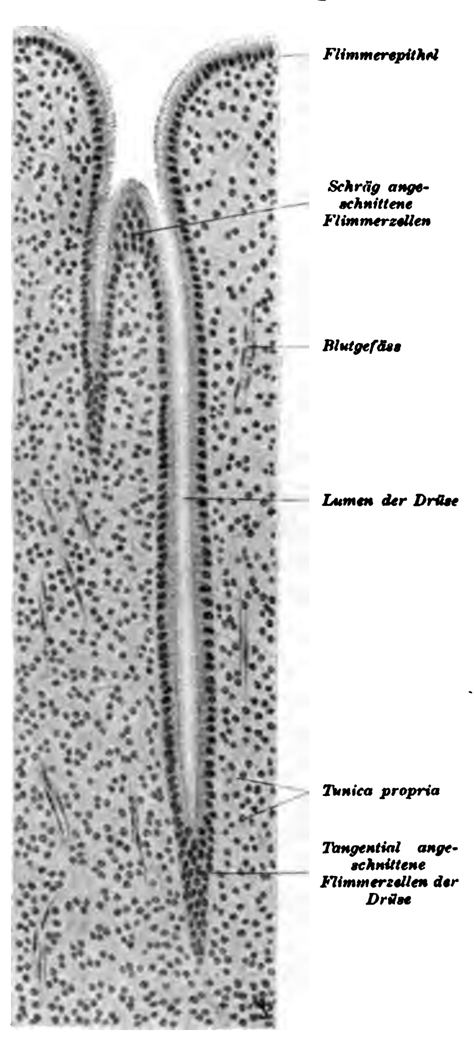


Fig. 165.
Aus einem Schnitte durch die Uterusschleimhaut vom Affen.
Ca. 180 mal vergrössert.

gegen die Tunica propria von einer doppelkonturierten Basalmembran (Membrana propria) abgegrenzt, welche eine unmittelbare Fortsetzung der Membrana propria des Oberflächenepithels bildet. Diese Drüsen besitzen wahrscheinlich keine Sekretionsfähigkeit.

Die Schleimhaut in der Cervix uteri zeigt Eigentümlichkeiten, die besondere Beachtung verdienen. Vor allem bildet sie hier Erhabenheiten, welche wir unter der Benennung Plicae palmatae umfassen, sie ist dicker, fester und weist an der Oberfläche bedeutend höhere Flimmerzellen auf, welche bei jungfräulichen Individuen erst in der Gegend des Orificium uteri externum in ein geschichtetes Pflasterepithel (mit darunter gelegenen Papillen) übergehen. Nach überstandenen Geburten kleidet das Pflasterepithel die untere Hälfte der Cervix uteri aus.

Die Schleimhaut der Cervix enthält neben den oben beschriebenen Schlauchdrüsen noch andere, zahlreiche Ausbuchtungen aufweisende und Schleim secernierende Drüsen (Glandulae cervicales uteri).

Manchmal bilden diese Drüsen, wenn sich ihre Mündung verschliesst, Retentionscysten, welche je nach der Menge des angesammelten Sekretes bis erbsengross werden können. Diese Cystchen nannte man früher Ovula Nabothi.

Eine besondere Schicht, welche der Tunica submucosa im Uterus entsprechen würde, kann hier nicht unterschieden werden. Die Schleimhaut liegt direkt der Muscularis an, einige Drüsen ragen mit ihren blinden Enden sogar bis in die Muskelhaut hinein.

Die Muskelhaut, welche die mächtigste Schicht des Uterus bildet, besteht aus glatten Muskelelementen, welche lange, spindelförmige Zellen darstellen. Diese im jungfräulichen Uterus 40—60 μ langen Zellen erreichen am Ende der Schwangerschaft eine Länge von 300—600 μ, um während der Rückbildung des Uterus zu der früheren Grösse zurückzukehren.

Die Muskelzellen sind in Bündel angeordnet, welche sich oft durchflechten, deshalb lassen sich auch die Schichten, deren man mehrere unterscheiden kann, nicht ganz scharf von einander abgrenzen.

Dessenungeachtet kann man drei Muskellagen unterscheiden: 1. eine innere longitudinale (Stratum mucosum). 2. eine mittlere, welche vorwiegend zirkuläre Bündel aufweist und mit Gefässen reich versehen ist (deshalb Stratum vasculare genannt und 3. eine äussere Lage, welche sowohl zirkuläre als auch längs ver-

laufende Bündel und zwar in der Anordnung enthält, dass in derselben zwei Partien unterschieden werden können, eine innere, welche vermengte zirkuläre und longitudinale Bündel enthält (dieselbe wird als Stratum supravasculare unterschieden) und die zweite äusserste, welche ausschliesslich longitudinale Elemente aufweist und der Tunica serosa anliegt (Stratum subserosum). Die innere (1.) und die äussere (3.) Lage sind im Vergleich mit der stark entwickelten mittleren Lage ganz dünn.

Die Serosa unterscheidet sich gar nicht vom übrigen Bauchfell.

Die Arterien treten in die Muscularis ein und teilen sich namentlich innerhalb der mittleren Lage (Stratum vasculare) in zahlreiche Äste, von denen ein grosser Teil in die Mucosa eindringt und hier in ein reichliches Kapillarnetz zerfällt, welches die Drüsen umflicht und bis an das Oberflächenepithel heranreicht.

Die hierdurch entstandenen Venen bilden einmal einen Plexus in der Tiefe der Mucosa und das zweite Mal einen grösseren in der mittleren Muskellage.

Die Lymphgefässe treten in Form eines Netzwerkes in der Schleimhaut und eines zweiten grösseren subserösen auf, welche beide miteinander in Verbindung stehen.

Die Nerven endigen teilweise in der Muskelhaut (siehe Nervenendigungen in den glatten Muskeln), teils in der Schleimhaut, wo sie dichte Geflechte bilden. Von diesen gehen marklose Fasern, welche von einigen Autoren bis in das Epithel verfolgt worden sind, ab, wo sie zwischen den Zellen frei endigen. Einige Autoren wollen hier in den Verlauf der Nerven eingeschaltete Ganglienzellen erblicken.

Als Rudimente des Wolff'schen Ganges ist bei Kindern, in seltenen Fällen sogar bei erwachsenen Weibern der sog. Gartner'sche Gang nachzuweisen, welcher sich als ein dünner, manchmal mit cylindrischem Epithel ausgekleideter oder bloss Zelltrümmer enthaltender Kanal darstellt, dessen bindegewebige Wandung glatte Muskelzellen enthält.

Dieser mit den Kanälchen des Epoophorons im Zusammenhange stehende Kanal verläuft parallel mit der Tuba und ist weiter gewöhnlich nur in Bruchstücken in den Seitenrändern der Gebärmutter zu finden, wo er, gewöhnlich nicht bis zur Vagina gelangend, blind endigt.

In gewissen Lebensphasen des Weibes unterliegt die Gebärmutter und vor allem ihre Schleimhaut bedeutenden Veränderungen, mit welchen wir uns hier näher befassen müssen. Diese Veränderungen treten einmal während der Menstruation, das zweite Mal während der Schwangerschaft ein.

Unter der Menstruation ist eine Blutung aus dem Uterus zu verstehen. Diese Blutung ist bloss eine Erscheinung in der Reihe von Veränderungen, welche in bestimmten Zwischenräumen im Uterus auftreten.

Beim Menschen wiederholt sich die Menstruation mehr oder weniger regelmässig alle 28 Tage, gewöhnlich vom 14. Lebensjahr angefangen, bis zum 45—50.

Die innerhalb der Schleimhaut eintretenden Veränderungen haben höchst wahrscheinlich den Zweck, sie zur Aufnahme eines befruchteten Eies geeignet zu machen. Dieselben bestehen in erster Linie in einer bedeutenden Hyperämie, welche schon 5—10 Tage vor der Menstruation bemerkbar wird. Die Blutgefässe sind dann stark erweitert und nach einigen Autoren sollen sie sich sogar vermehren. (Heape bei Semnopithecus entellus.) Diese Hyperämie hat eine Schwellung und Wucherung der oberen Schicht der Schleimhaut, welche sich in eine Decidua menstrualis umwandelt, zur Folge. Die Schleimhaut wird bis 6 mm dick.

Diese Wucherung hat ihren Grund nicht nur in der Vermehrung der homogenen Zwischensubstanz, sondern überdies auch in einer Zunahme der zelligen Elemente. Mit dieser letzteren stehen die zahlreichen Mitosen in Verbindung, welche Mandl während der Menstruation nicht nur im Epithel sondern auch im Zwischendrüsengewebe vorfand. Eine weitere Veränderung besteht in einem Blutaustritt in die subepithelialen Schichten, welcher wahrscheinlich nicht durch Berstung der Kapillaren, sondern infolge von Auswanderung (per diapedesin) der roten Blutkörperchen durch die Wandung der Kapillaren erfolgt. An den Stellen, an welchen grössere Blutergüsse das Oberflächenepithel von ihrer Unterlage abtrennen, wird dieses Epithel (Decidua menstrualis) abgestossen. Dies hat wieder Blutungen nach aussen zur Folge, welche ungefähr vier Tage dauern. Die so entstandenen Epithellücken werden im Laufe der weiteren 5—10 Tage wiederhergestellt. Die Regeneration erfolgt teils vom Oberflächenepithel, teils vom Epithel der Drüsenschläuche aus und zwar auf dem Wege der mitotischen Teilung.

Gleichzeitig kehrt auch die Tunica propria zur Norm zurück; ihre Blutgefässe schwellen wieder ab und es tritt eine Regeneration der verloren gegangenen oberflächlichen Teile ein.

Während der Schwangerschaft erleidet die ganze Uterusschleimhaut tiefgreifende Veränderungen ihrer Struktur. Am Ende der Schwangerschaft löst sie sich beinahe ganz ab und bildet die sog. hinfällige Haut oder Decidua graviditatis.

Wir unterscheiden in ihr drei Bezirke:

1. Die Decidua basalis s. serotina ist der Teil der Uterusschleimhaut, an welchem sich das Ei festsetzt und an welchem sich später der Mutterkuchen (Placenta) entwickelt. Deshalb wird dieser Teil auch Decidua placentalis genannt.

2. Die Decidua capsularis s. reflexa ist ein um das Ei herumgeschlagener und dasselbe umwachsender Teil.

3. Die Decidua vera entsteht aus der übrigen, die ganze Uterushöhle auskleidenden Schleimhaut.

Wir beginnen mit der letzteren. Hier treten Veränderungen ein, welche jenen während der Menstruation entsprechen und welche dazu führen, dass die Schleimhaut bis zum Ende des fünften Monates an Dicke zunimmt und bis über 1 cm dick wird.

Diese Veränderungen treffen in erster Linie die Gefässe, welche sich bedeutend erweitern, sowie die Drüsen, welche sich vergrössern, an Länge zunehmen und vor allem im unteren Teile sich buchtig erweitern. Da überdies gleichzeitig im Zwischendrüsengewebe (Tunica propria) und namentlich in seiner oberflächlichen Partie die Bindegewebszellen bedeutend wuchern, können wir die ganze Decidua vera in eine äussere kompakte und eine innere spongiöse Schicht einteilen.

Aus den sich vermehrenden Bindegewebszellen entstehen die sog. Deciduazellen. Es sind dies rundlich-eckige, sehr grosse (30—100 μ), den Epithelzellen ähnliche Elemente, welche gewöhnlich einen, manchmal einige und nur selten zahlreiche (bis 40) Kerne enthalten (Riesenzellen). (Figg. 166 u. 169.)

Diese Zellen sind besonders in der kompakten Schicht stark angehäuft, wo die Drüsen geradgestreckt und durch stark gewuchertes Zwischendrüsengewebe weiter auseinandergerückt sind.

In der unteren, d. i. der spongiösen Schicht, sind die Zellen auf die schmalen Septen des Zwischengewebes beschränkt, welche grosse, buchtige Hohlräume der erweiterten und stark geschlängelten unteren Drüsenpartien trennen.

Das Oberflächenepithel schwindet vollständig, dagegen ver-

mehrt sich das Drüsenepithel, sodann nimmt es eine plattere Form an, um die vergrösserten Drüsen auskleiden zu können.

In der zweiten Hälfte der Schwangerschaft (vom Beginne des sechsten Monates an) dagegen treten innerhalb der Decidua vera gewisse Veränderungen ein, welche vor allem durch den Druck seitens der wachsenden Frucht veranlasst werden und welche zu einer bedeutenden Verdünnung der bisher verdickten

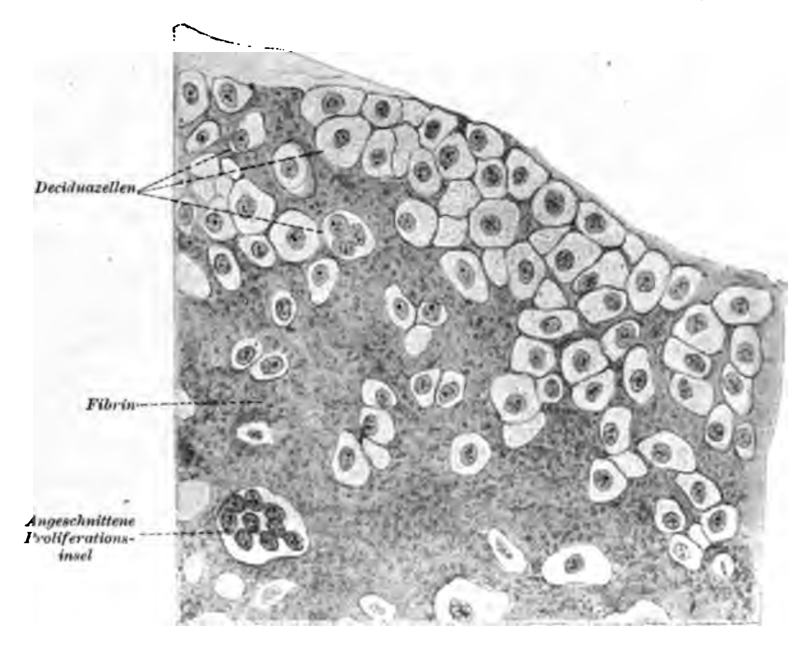


Fig. 166.

Aus einem Schnitt durch eine menschliche Placenta aus dem fünften Schwangerschaftsmonate. (Stück der Placenta uterina.)
Ca. 400 mal vergrössert.

Decidua führen, so dass dieselbe am Ende der Schwangerschaft bloss gegen 2 mm dick ist.

Namentlich treten in ihr gewisse Rückbildungsvorgänge ein. Das Drüsenepithel degeneriert mit alleiniger Ausnahme der der Muscularis anliegenden Drüsenenden, von welchen nach der Geburt die Regeneration des Epithels erfolgt. Schon um die Mitte der Schwangerschaft werden die Drüsenmündungen in der kompakten Schicht unsichtbar, weil sie nach Eintritt des Zerfalls des Drüsenepithels obliterieren.

Dagegen wandeln sich die Drüsenhohlräume in der spon-

giösen Schicht in Spalten um, welche parallel zur Wand des Uterus gestellt sind.

Die Decidua reflexa s. capsularis entsteht durch Faltenbildung aus der Decidua vera; sie hat auch, da sie gleichsam einen Teil derselben bildet, ursprünglich einen ähnlichen Bau. Sie unterliegt jedoch schon in den ersten Monaten nach der Ansicht Minot's einer (hyalinen) Degeneration, welche in der zweiten Hälfte der Schwangerschaft zu einem vollständigen Schwund führt. Nach der Ansicht Leopold's dagegen verklebt sie mit der Decidua vera, wenn beide Häute infolge des Anwachsens der Frucht stark aneinandergedrückt werden und verdünnt sich sehr bedeutend (bis $^{1}/_{2}$ mm); sie ist jedoch immer am Ende der Schwangerschaft noch nachweisbar, wiewohl infolge dieser Veränderungen kaum erkennbar.

Die Decidua serotina s. basalis entspricht ursprünglich in ihrem Bau vollkommen der Decidua vera, so dass wir in derselben eine kompakte und spongiöse Schicht unterscheiden können. Ihr Bau wird jedoch kompliziert, da sie mit den vom Embryo gelieferten Eihüllen in innigen Zusammenhang tritt, um den Mutterkuchen oder die Placenta zu bilden.

Placenta.

Die Placenta wird zwar in der Regel in den Lehrbüchern der Embryologie besprochen, da jedoch ausser jenen Teilen, welche ein Produkt des Embryo sind (Placenta foetalis), auch ein Teil der veränderten Uterusschleimhaut (Placenta uterina s. materna) ihren Bestandteil bildet, müssen wir sie hier besprechen.

Vor allem wollen wir den Bau der Placenta foetalis beschreiben. (Fig. 167.) Dieselbe besteht aus einer bindegewebigen Membran, der Membrana chorii, welche hier an der Oberfläche, welche der Uteruswand, d. i. der Placenta uterina zugekehrt ist, sehr viele, reichlich verästelte Zotten trägt (deshalb ihr Name Chorion frondosum).

Die Zotten vereinigen sich in grössere Büschel oder Cotyledonen.

Von der dem Embryo zugekehrten Seite kommt das Chorion vom dritten Monate an mit der zweiten Eihülle — dem Amnion — in Berührung, mit der es später ziemlich fest verklebt. Das Amnion ist eine dünne Haut, welche aus einer Epithel- und einer Bindegewebsschicht besteht.

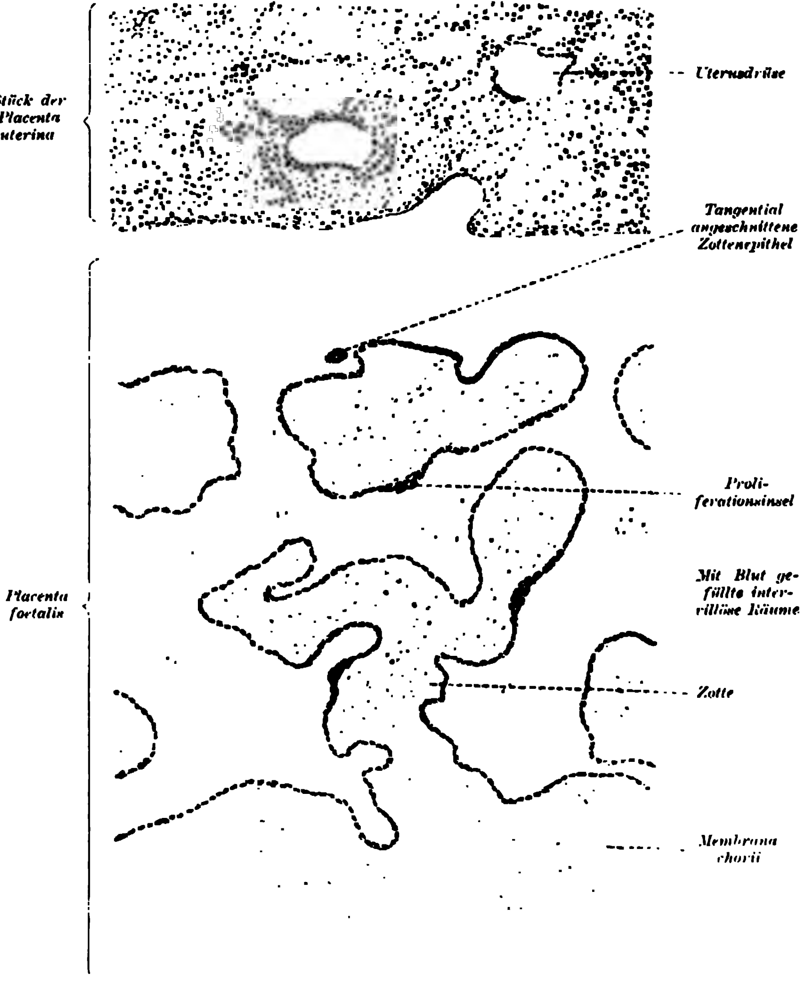


Fig. 167.

Querschnitt durch eine menschliche Placenta aus dem zweiten Schwangerschaftsmonat. (Nach einem Präparate von Prof. Mars.)
Ca. 50 mal vergrössert.

Die Epithellage bedeckt ihre freie Oberfläche, indem sie die ganze Amnionhöhle auskleidet und erscheint in Form von einschichtigem Pflasterepithel. Die zweite Fläche der Bindegewebsschicht stösst an die Bindegewebsschicht des Chorion.

In die Membrana chorii treten von der Nabelschnur zwei Nabelarterien ein, welche das Blut vom Embryo der Pla-

centa foetalis zuführen, um sich in derselben reichlich zu verästeln.

Zu jedem Cotyledo gelangt ein arterieller Ast, zerfällt in feine Ästchen und geht in ein in den Zotten liegendes Kapillarnetz über.

Von den Zotten endigt ein Teil frei — es sind dies sog. freie Ausläufer (von Kölliker), ein Teil dagegen senkt sich mit den Spitzen in die Placenta uterina und verbindet sich mit ihr immer fester. Diese Spitzen bezeichnen wir als Haftwurzeln; sie sind es, welche eine enge Verbindung beider Teile der Placenta bewirken, so dass man sie gegen die Mitte der Schwangerschaft nicht mehr von einander trennen kann.

Das Chorion stellt sich als bindegewebige, von der Seite der Uteruswand mit einer Epithelschicht bedeckte Haut dar. Der bindegewebige Teil zeigt ursprünglich den Bau des embryonalen Bindegewebes, d. i. eine Zusammensetzung aus homogener Grundsubstanz und sternförmigen Zellen. Später nimmt er die Charaktere des faserigen Bindegewebes an.

Die Chorionzotten erscheinen anfangs (in den ersten Monaten der Entwickelung) in Form von kurzen, nur aus Epithel bestehenden Knospen. Später zweigen sich entsprechend dem Wachstum der Zotten zahlreiche Äste von denselben ab, welche sich wieder weiter verästeln.

Diese Zotten bestehen aus Gallertgewebe, welches ihre Achse bildet und aus einer epithelialen Lage, welche sowohl die Zotten, als auch die ganze Membrana chorii gleichmässig bedeckt. In grösseren Stämmen der Zotten finden wir statt des Gallertgewebes fibrilläres Bindegewebe. (Fig. 167.)

Die Epithelschicht zeigt schon im ersten Monate eine Zusammensetzung aus zwei deutlich geschiedenen Lagen. (Fig. 168.) Die der bindegewebigen Schicht direkt aufliegende Lage besteht aus scharf von einander abgegrenzten Zellen mit hellem Protoplasma. Diese Schicht heisst Zotten- (Chorion)-Ektoderm, oder wird nach dem Entdecker Zellschicht von Langhans genannt.

An der nach aussen von derselben liegenden Schicht lassen sich nicht einzelne von einander abgrenzbare Zellen unterscheiden, sondern wir bemerken innerhalb einer protoplasmatischen Masse zahlreiche, ziemlich dicht gedrängte Kerne. Wir haben es hier also mit einem Syncytium — dem Zotten- (Chorion)-Syncytium zu thun. Diese beiden Schichten setzen sich ziemlich scharf gegeneinander ab, da das Protoplasma des Syncytiums

sich viel dunkler färbt als die Zellen des Zottenektoderms und kleinere Kerne enthält als das letztere.

Gegen die Mitte der Schwangerschaft (im fünften Monate) beginnt das Zottenektoderm sich rückzubilden, so dass es gegen das Ende der Schwangerschaft beinahe gänzlich fehlt und die Zotten bloss von dem Syncytium bedeckt sind.

An einzelnen Stellen jedoch bildet es Verdickungen auf der Membrana chorii, sowie auf den Zotten. An den Spitzen dieser letzteren unterscheiden wir sie als sog. Zellknoten oder Zellsäulen. Auch das Syncytium verdickt sich oft stellenweise zu

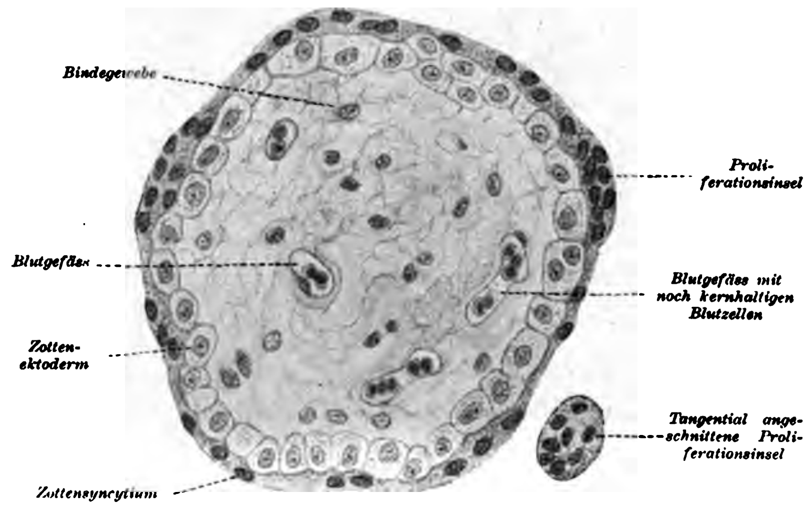


Fig. 168.

Querschnitt einer menschlichen Chorionzotte aus dem fünften Schwangerschaftsmonate.

Ca. 300 mal vergrössert.

sog. Proliferationsinseln. (Fig. 168.) Gegen das Ende der Schwangerschaft verschwindet auch das Syncytium, dafür tritt eine homogene lichtbrechende, sich leicht färbende Substanz auf, welche zahlreiche Spalten und Lücken enthält und kanalisiertes Fibrin oder Hyalin genannt wird. (Fig. 169.)

Die Menge dieser Masse nimmt mit dem Alter der Placenta zu. Die Herkunft des kanalisierten Fibrins ist bis heute nicht ganz klar.

Während es keinem Zweifel zu unterliegen scheint, dass das Zottenektoderm embryonalen Ursprungs ist, bestehen Zweifel über den Ursprung des Zottensyncytiums.

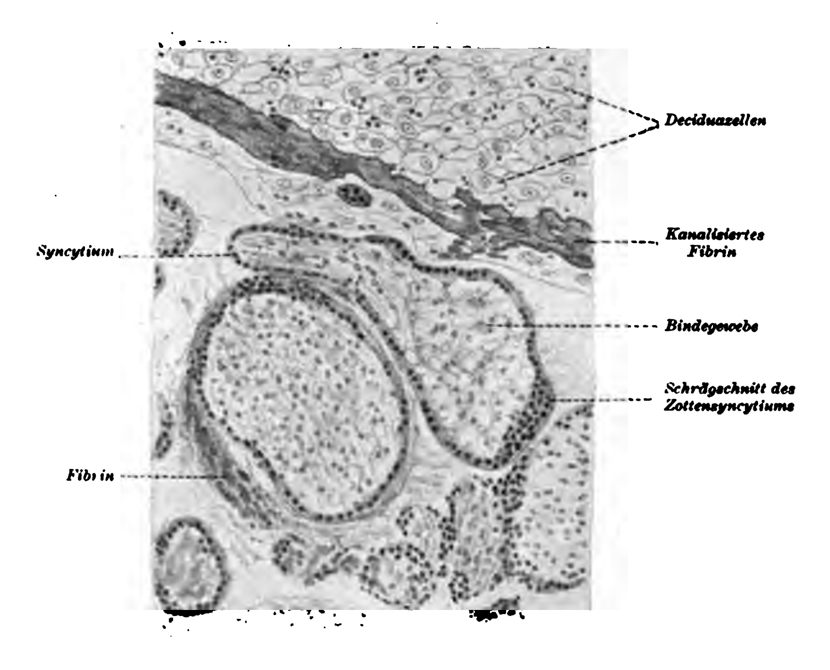


Fig. 169.

Aus einem Durchschnitt durch eine menschliche Placenta aus dem fünften Schwangerschaftsmonate.

Ca. 80 mal vergrössert.

Zwischen den Zotten finden wir freie sog. intervillöse Räume, in welchen Blut fliesst. Auf diese Art werden die Zotten vom Blute gleichsam umspült.

Die Ansichten über die Entstehung und Bedeutung dieser intervillösen Räume gehen bis heute auseinander. Diese Frage ist mit der Frage des Zottenektoderms und des Zottensyncytiums enge verbunden, denn je nach dem Standpunkte, welchen man in der Frage der Bedeutung der intervillösen Räume einnimmt, teilen sich auch die Ansichten über die Herkunft der beiden Schichten, welche die epitheliale Bedeckung des Chorion bilden.

Nach einer Ansicht, welche gegenwärtig das Übergewicht zu haben scheint und welche unter den Bearbeitern dieser Frage mehr Vertreter zählt (Virchow, Turner, Ercolani, Leopold, Waldeyer, Keibel, Selenka, Martens) entsprechen die intervillösen Räume den ungemein erweiterten oberflächlichen Kapillargefässen der mütterlichen Schleimhaut. Man muss sich vorstellen, dass in einem sehr frühzeitigen Stadium das Chorion und die Decidua serotina mit ihren Oberflächen sehr eng einander

anliegen und dass die epitheliale Schicht der Decidua mit einer gleichen Schicht des Chorion verklebt, dass sodann Zotten in das Deciduagewebe (teilweise in die Mündungen der Uterusdrüsen) hineinwachsen, in welchem gleichzeitig kapillare Blutbahnen in ein umfangreiches Cavernensystem sich erweitert haben. Dieses letztere umfasst ringsum Zotten, so dass diese im Blute flottieren. Als Beweis, dass intervillöse Räume den stark erweiterten mütterlichen Blutgefässen entsprechen, führen die Autoren (Turner, Leopold, Waldeyer, Keibel) an, dass sie an einzelnen Stellen der intervillösen Räume platte Epithelzellen nachgewiesen haben, welche den Resten der Epithelauskleidung der Gefässe entsprechen. Durch Waldeyer vorgenommene Injektionen stützen diese Ansicht. Viele Autoren, welche die obige Ansicht über die Entstehung der intervillösen Räume teilen, nehmen eine verschiedene Abstammung für das Zottenektoderm und Zottensyncytium an. Sie schreiben dem ersteren kindlichen, dem letzteren uterinen Ursprung zu, d. i. sie betrachten das Syncytium als ein in eigenartiger Weise umgewandeltes Uterusepithel, welches schon sehr frühzeitig mit dem Chorionektoderm fest verklebt ist und die Zotten von den intervillösen Räumen trennt.

Nach der anderen Ansicht (v. Kölliker, Langhans, Hofmeyer, Minot, Mars, Nowak u. a.) sind die intervillösen Räume als Hohlraum zu betrachten, welcher ursprünglich zwischen der Placenta foetalis und uterina dadurch entstand, dass diese beiden Schichten nur lose, und vor allem nur mittelst der Zottenspitzen zusammenhängen. Diese Autoren halten die intervillösen Räume für einen interplacentalen Spaltraum, welcher ursprünglich kein Blut enthält und erst später, wenn sich mütterliche Gefässe in denselben öffnen, mit Blut erfüllt wird.

Fast alle Anhänger dieser Ansicht betrachten beide Schichten des Chorionüberzuges als kindlichen Ursprungs und namentlich soll nach der Ansicht Minot's das Syncytium ein Differenzierungsprozess des darunter liegenden Zottenektoderms bilden.

Den mütterlichen Teil, d. i. die Placenta uterina, bildet die Decidua serotina s. basalis.

Die Decidua serotina hat gewisse Eigentümlichkeiten, welche sie von anderen Deciduae unterscheiden.

Vom fünften Monate an entwickeln sich in ihr grosse, viele Kerne enthaltende Zellen (Riesenzellen), welche in der reifen Placenta in bedeutender Menge vorhanden sind.

Von ihrer, der Placenta foetalis zugewandten Fläche entspringen dickere oder schwächere bindegewebige Scheidewände, die Septa placentae. Dieselben dringen zwischen die Chorionzotten ein, um sie in einzelne Gruppen zu teilen, wobei sie jedoch die Membrana chorii nicht erreichen. Diese Fächer vereinigen demnach eine Anzahl Zotten zu einem Büschel (Cotyledo). Nur in der Randpartie der Placenta treten die Septen mit der Membrana chorii in Berührung und verwachsen mit ihr, indem sie den sog. subchorialen Schlussring bilden (Waldeyer).

Die Zirkulation des Blutes innerhalb der mütterlichen Placenta geht auf nachstehende Art vor sich.

Zahlreiche Arterienstämme treten durch die Muskelhaut der Gebärmutter und die spongiöse Schicht hindurch in den äusseren Teil der Placenta uterina ein. Diese, durch ihren spiraligen Verlauf charakterisierten Arterien verlieren in diesem Teile die Muskelzellen und elastischen Elemente, so dass die bedeutend verdünnte Wandung bloss aus einer Epithel- und einer sehr feinen Bindegewebslage besteht und den Deciduazellen direkt anliegt. Nach wenigen Verästelungen treten die Arterien in die Septa placentae ein, wo sie, statt in Kapillaren zu zerfallen, durch die in den Septen bestehenden Öffnungen in die intervillösen Räume sich ergiessen.

Auch die Venen münden in diese Räume, so dass zwischen den Arterien und Venen statt der Kapillaren diese weiten Lacunen eingeschaltet sind, die nach der Ansicht der überwiegenden Mehrzahl der Autoren aus den oberflächlichen kapillaren Blutbahnen der Uterusschleimhaut hervorgehen. Die Venen, deren Wandung ebenso wie jene der Arterien auf das Gefässepithel und eine Bindegewebsschicht reduziert ist, öffnen sich in die intervillösen Räume mit relativ grossen Mündungen, welche vornehmlich in den zwischen den Septen befindlichen Strecken, mehr weniger gegenüber der Mitte des Cotyledo liegen.

Angesichts dieser Lage der Venen in der Mitte, der Arterien dagegen am Rande der Cotyledonen, fliesst das Blut innerhalb des intervillösen Raumes vom Rande gegen das Zentrum des Cotyledo zu, um in die dort beginnenden Venen abzufliessen (Bumm und S. Klein).

So stellt jeder Cotyledo einen eigenen Strömungsbezirk dar, welcher jedoch von anderen nur unvollständig geschieden ist. Es besteht nämlich zwischen ihnen eine offene Verbindung,

da die Septen, wie wir bemerkten, die Membrana chorii nicht erreichen.

Die intervillösen Räume enthalten demnach mütterliches Blut, während in den Kapillargefässen der Chorionzotten unmittelbar unter der Epithelbedeckung foetales Blut zirkuliert.

Aus dieser Darstellung der Blutzirkulation innerhalb der Placenta ist zu entnehmen, dass die beiden Gefässysteme nirgends direkt kommunizieren und eine Mischung des foetalen und des mütterlichen Blutes nirgends stattfindet. Der Austausch der Gase findet durch die Wände der Kapillaren und durch zwei Schichten des Chorionüberzuges statt.

D. Die Scheide (Vagina) und die äusseren weiblichen Genitalien.

Die Scheidenwand ist ungefähr 3 mm dick.

Wir können in derselben vier Schichten unterscheiden:

1. Die Schleimhaut,
2. Das Unterschleimhautgewebe,
3. Die Muskelhaut und
4. Die Faserhaut.

Ad. 1. Die Schleimhaut, Tunica mucosa, bildet Querfalten, die sog. Rugae. An ihrer Oberfläche finden wir ein mehrschichtiges Plattenepithel, unter welchem eine bindegewebige Tunica propria liegt.

Das Plattenepithel geht auch auf die Portio vaginalis uteri über und setzt sich erst am äusseren Muttermunde in einschichtiges cylindrisches Flimmerepithel des Uterus fort.

Die papillentragende Tunica propria enthält reichliche elastische Fasern und ziemlich zahlreiche Anhäufungen lymphoiden Gewebes, oft in Form von Solitärknötchen (Noduli lymphatici vaginales).

Die Mehrheit der Autoren stimmt darin überein, dass die Scheide in der Regel keine Drüsen enthält und der darin vorfindliche Schleim als Sekret der Cervicaldrüsen zu betrachten ist.

Ad. 2. Die Tunica submucosa, welche die Mucosa mit der Muscularis sehr lose verbindet, besteht aus lockerem Bindegewebe, welches sich durch Reichhaltigkeit elastischer Fasern auszeichnet.

Ad 3. In der Muscularis kann man eine äussere longitudinale und eine innere zirkuläre Lage glatter Muskelzellen

unterscheiden, welche letztere gewöhnlich nur schwach entwickelt ist.

Ad 4. Die Faserhaut, welche von aussen die Muscularis umfasst, enthält ebenfalls zahlreiche elastische Fasern und verbindet die Vagina mit den umgebenden Partien.

Die Blut- und Lymphgefässe bilden mehrere, zur Oberfläche parallel ausgebreitete Netze. Die Nerven treten in die Epithellage ein, wo sie frei endigen.

Das Hymen stellt sich in Form einer Membran dar, die als eine Duplikatur der Vaginalschleimhaut anzusehen ist. Die, seine innere Fläche bedeckende Epithellage entspricht dem Scheidenepithel. Die äussere Epithellage nähert sich, ähnlich wie das Epithel des ganzen Vorhofs, jener der Haut; namentlich sind die äusseren Zellen kernlos, überdies enthalten einige Teile (Labia minora) Talgdrüsen.

Die Labia majora unterscheiden sich gar nicht von der gewöhnlichen Haut. In anderen Teilen des Vorhofs (in der Umgebung der Clitoris und der Harnröhrenmündung) finden wir zahlreiche kleine Schleimdrüsen (Glandulae vestibulares minores).

Die grossen Vorhofdrüsen (Glandulae vestibulares majores s. Glandulae Bartholini) entsprechen den Cowperschen Drüsen beim Manne, denn sie produzieren ebenso wie jene Schleim.

Die Clitoris entspricht mit ihrem Bau dem Penis.

Die nervenreiche Glans clitoridis weist neben den Meissner'schen und Pacini'schen Tastkörperchen noch spezielle sog. Genitalkörperchen auf. (Siehe Nervenendigungen.)

VI. Das Bewegungssystem.

Das Bewegungssystem besteht aus dem Skelett und den Muskeln.

Beide Bestandteile seien gesondert besprochen.

1. Das Skelettsystem.

Den wesentlichen Bestandteil des Skelettes bilden die Knochen. In zweiter Linie kommen noch die Knorpel in Betracht.

Der Bau des Knorpel- und Knochengewebes ist im ersten Teile beschrieben. Als Ergänzung wollen wir hier bloss einige

Einzelheiten anführen, welche die Knochen und Knorpel als Organe betreffen.

A. Die Knochen.

Die Knochen bestehen als Organe aus dem Knochengewebe, der Knochenhaut und dem Knochenmark. Dieselben enthalten ausserdem Gefässe und Nerven.

Jeder Knochen (die Zähne werden hier nicht in Betracht gezogen) ist von einer bindegewebigen Haut — der Beinhaut (Knochenhaut, Periost) — überzogen, mit Ausnahme jener Stellen, welche von Knorpeln bedeckt sind.

In dem aus derbem Bindegewebe bestehenden Periost können wir zwei Schichten unterscheiden: eine äussere, fibröse, in welcher sich spärliche Zellen, dagegen zahlreiche Nervengeflechte und Blutgefässe befinden und eine innere, zartere, welche arm an Blutgefässen, sich durch ihren Reichtum an elastischen Fasern und Bindegewebszellen auszeichnet.

An der Grenze des Knochens und des Periosts finden wir eine Lage kubischer Zellen — Osteoblasten, welche bei der Entwickelung und Regeneration des Knochens eine wichtige Rolle spielen.

Eine mehr oder minder innige Verbindung des Periosts mit dem Knochen ist teils durch die Gefässe, teils durch Bündel von Bindegewebsfibrillen (Sharpey'sche Fasern) und elastische Fasern gesichert, welche vom inneren Teile des Periosts in die oberflächlichen Schichten des Knochens eintreten.

In allen Knochen der höheren Tiere und des Menschen finden wir Knochenmark.

Dasselbe füllt in den Röhrenknochen die axialen Höhlen aus und tritt in die grösseren Havers'schen Kanäle ein, in den platten Knochen dagegen füllt es die Maschen der spongiösen Substanz aus.

Wir unterscheiden zwei Arten Knochenmark: rotes und gelbes.

Das erstere findet sich in allen Knochen der Embryonen und jungen Individuen.

Mit der Zeit verändert es sich in einigen Knochen, namentlich in den Diaphysen der kurzen und langen Knochen der Extremitäten in gelbes Knochenmark so, dass das rote bei Erwachsenen bloss auf die Epiphysen dieser Knochen, die Wirbelkörper und die flachen Knochen beschränkt ist.

Das rote Knochenmark stellt ein lymphoides Organ dar, welches wir als Hauptbildungsstätte der roten Blutkörperchen ansehen müssen (E. Neumann).

Die verschiedenen Elemente des roten Knochenmarkes, welche innerhalb des retikulären Bindegewebes verteilt sind, sind folgende (Taf. XXVIII, Fig. 174):

1. Die sog. Markzellen, welche einigen Formen von Leukocyten ähnlich sind. Im normalen Blute finden wir dieselben nicht, während der Leukämie dagegen kommen sie zahlreich im Blute vor. Ihre Kerne sind ziemlich gross und nur selten gelappt; es umgiebt sie ein mehr oder weniger feinkörniges Protoplasma in grösserer oder geringerer Menge.

2. Kernhaltige Zellen, deren Protoplasma, da es Hämoglobin enthält, gelb gefärbt ist. Diese Zellen entsprechen somit den kernhaltigen roten Blutkörperchen, d. i. sie bilden junge Formen von roten Blutzellen (Hämatoblasten, Erythroblasten).

3. Kernlose rote Blutzellen, welche aus der letztgenannten Form hervorgegangen sind.

4. Riesenzellen, welche wahrscheinlich als eine vergrösserte Form von Leukocyten anzusehen sind. Das Protoplasma enthält einen oder mehrere Kerne, deren Form sehr verschieden sein kann: rund, gelappt oder ringförmig.

Die ältere Anschauung, dass mehrkernige Riesenzellen durch Verschmelzung mehrerer Zellen entstehen, ist verlassen. Die mehrkernigen Riesenzellen entstehen nämlich aus einkernigen, durch Zerfall des Kernes in mehrere, ohne nachfolgende Teilung des Zellkörpers. Wenn ein Teil dieses letzteren gleichzeitig mit einem Teile des Kernes sich abschnürt, haben wir es mit der „Knospung" zu thun. Durch derartige Knospung entstehen einkernige Zellen.

Dieser Gruppe von Zellen sind die sog. Myeloplaxen (Osteoklasten) beizuzählen, welche bei der Entwickelung des Knochens eine wichtige Rolle spielen und an entsprechender Stelle berücksichtigt werden.

5. Ferner begegnen wir hier eosinophilen (acidophilen) Zellen und

6. Mastzellen (γ = Granulationen), welche ausnahmsweise auch im Blute vorgefunden werden.

Einige dieser Formen von Markzellen enthalten Pigmentkörnchen, welche Reste zu Grunde gegangener, zerfallener roter Blutzellen darstellen sollen.

Überdies finden wir im roten Knochenmarke spärliche Fettzellen, sowie Gefässe und Nerven.

Das gelbe oder Fettmark, welches seine Farbe dem grossen Gehalt an Fett verdankt, entsteht aus dem roten in den Diaphysen der Röhrenknochen infolge grösserer Zunahme der Fettzellen, welche im roten Mark nur spärlich vertreten sind, und infolge gleichzeitiger quantitativer Abnahme der Elemente des roten Markes.

Bei alten oder abgemagerten Individuen verändert das Fettmark seine Farbe in eine rötlich gelbe und wird dem Schleime ähnlich. Dieses so veränderte Knochenmark ist fettarm und heisst gelatinöses Knochenmark.

Das im allgemeinen spärliche Bindegewebe des Knochenmarkes finden wir in grösserer Ansammlung an der Peripherie der grösseren Markhöhlen, wo es eine feine fibröse Haut bildet, welche die ganze Markhöhle auskleidet, dem inneren Periost entspricht und Endosteum genannt wird.

Das Knochengewebe, Periost und Knochenmark sind mehr oder minder reichlich mit Gefässen versorgt. Diese Gefässe treten aus der Umgebung des Knochens in das Periost ein, von hier gelangen sie durch die Volkmann'schen und Havers'schen Kanäle zum Knochen (grössere solche Gefässe werden Vasa nutritia genannt) und gehen sodann in das Gefässnetz des Knochenmarkes über. Alle diese Gefässe kommunizieren miteinander und bilden ein System.

Die Arteriae nutritiae, welche das Mark mit Blut versorgen, zerfallen in zahlreiche Ästchen, welche sich in ein reiches zwischen den Zellen des Markes verlaufendes, kapillares Netz auflösen. Ursprünglich enge Kapillaren erweitern sich bedeutend, um sodann, zusammenfliessend, in kleine Venen zu übergehen, welche äusserst zarte Wände haben.

Die Venen des Knochenmarkes besitzen, wie im allgemeinen die innerhalb des Knochens verlaufenden Venen, die charakteristische Eigentümlichkeit, dass sie klappenlos sind. Die früher durch einige Autoren vertretene Ansicht, dass die Kapillaren und kleinen Venen gar keine Wände besitzen, oder dass diese letzteren vielfach durchbrochen sind, so dass das venöse Blut in wandungslosen Räumen des roten Markes fliesst, wird durch neuere Forschungen nicht bestätigt; die erwähnte Anschauung wurde dadurch hervorgerufen, dass die Wandungen der Venen äusserst zart sind.

Die Lymphgefässe bilden feine kapillare Netze im Periost.

Teils markhaltige, teils marklose Nerven versehen das Periost, treten in die Volkmann'schen und Havers'schen Kanäle ein und gelangen bis zum Knochenmark. Ein Teil dieser Nerven endigt mittelst der Pacini'schen Körperchen im Periost.

Verbindungen der Knochen.

Die Knochen sind entweder fest (Synarthrosis) oder beweglich, d. i. durch Gelenke (Diarthrosis) miteinander verbunden.

a) Die feste Verbindung erfolgt entweder durch Bänder (Syndesmosis) oder durch Knorpel (Synchondrosis).

Die Bänder können nur aus Bindegewebsfibrillen bestehen und den Sehnen sehr ähnlich erscheinen, oder sie können zahlreiche, starke elastische Fasern enthalten (Ligamentum nuchae, Ligamenta flava, Ligamentum stylo-hyoideum).

Dieser Gruppe von Verbindungen ist auch die Nahtverbindung (Sutura) beizuzählen, wo die gezackten Knochenränder durch kurze Bindegewebsbänder verbunden sind.

Die Synchondrosis besteht überwiegenden Teils aus Bindegewebsknorpel; die an den zugehörigen Knochen grenzenden Partien dagegen aus hyalinem Knorpel.

Spezielle Berücksichtigung verdienen an dieser Stelle die Ligamenta intervertebralia. Dieselben enthalten in ihrem Inneren eine gallertartige Masse (Nucleus pulposus, Gallertkern), welche erweichte und Knorpelzellen enthaltende Reste der Chorda dorsalis darstellt. Ihre Peripherie dagegen besteht aus Bindegewebsknorpel.

b) An den Gelenken müssen wir die Gelenkenden der Knochen, die Labra glenoidalia, die Menisci interarticulares und die Gelenkkapseln gesondert in Betracht ziehen.

Die Gelenkenden der Knochen sind von hyalinem Knorpel überzogen, dessen an den Knochen angrenzende Schicht verkalkt ist. Manchmal ist jedoch der Gelenkknorpel (z. B. im Sternoclavicular- und Kiefergelenke) ein Bindegewebsknorpel.

Die Labra glenoidalia und Menisci interarticulares sind Bindegewebsknorpel.

In den Gelenkkapseln können wir einen äusseren Teil (Stratum fibrosum, Capsula fibrosa) und einen inneren (Stratum synoviale, Capsula synovialis) unterscheiden. Der letztere besteht aus lockerem Bindegewebe, welches ver-

einzelte Fettzellen, Gefässe und Nerven (Endkolben) enthält und von innen mit einer oder mehreren Lagen platten Epithels ausgekleidet ist. Das Stratum synoviale ist als seröse Haut anzusehen.

Oft ragen von der Synovialhaut in die Gelenkhöhle kleine Vorsprünge, sog. Synovialzotten, hinein. Dieselben befinden sich besonders häufig dicht am Rande der Gelenkflächen und bestehen aus einer bindegewebigen, manchmal Blutkapillaren enthaltenden Achse und einem epithelialen Überzug.

Synovia, Gelenkschmiere, ist eine Flüssigkeit, welche spärliche Fettröpfchen und von der Gelenkoberfläche abgelöste Fragmente von Epithelzellen enthält.

Entwickelung der Knochen.

Das Knochengewebe entwickelt sich am spätesten von allen Geweben im Organismus und namentlich nicht gleich ursprünglich als solches, sondern wird als hyaliner Knorpel oder als Bindegewebe vorgebildet, in welchem sich erst sekundär der Knochen entwickelt. Bei jungen Embryonen ist demnach das spätere Knochenskelett durch das Knorpelskelett und stellenweise durch Bindegewebe vertreten.

a) Entwickelung der knorpelig angelegten Knochen.

In knorpelig angelegten Knochen bildet sich die Knochensubstanz an zwei verschiedenen Stellen, einmal im Innern der knorpeligen Anlagen des Skeletts (enchondrale s. endochondrale Ossifikation), das zweite Mal in dem die Oberfläche des Knorpels überziehenden Perichondrium (perichondrale, unrichtig periostale Ossifikation).

Wir beginnen mit der Beschreibung der enchodralen Ossifikation.

Dieser Prozess beginnt (Figg. 170 u. 171) mit der Vergrösserung und Vermehrung der Knorpelzellen durch indirekte Teilung, wodurch in eine Knorpelhöhle mehrere Zellen zu liegen kommen. Bald treten auch in der homogenen Grundsubstanz des Knorpels gewisse Veränderungen auf, namentlich lagern sich in derselben Kalksalze ab, wodurch die erstere getrübt erscheint. Die Knorpelhöhlen werden grösser und die in denselben liegenden Knorpelzellen schrumpfen Solche Stellen des Knorpels, an welchen die obigen Veränderungen innerhalb der Grundsubstanz und der Zellen eintreten, nennen wir Ossifikationspunkte

(Verkalkungspunkte), die in einem Knochen in der Mehrzahl enthalten sein können. In langen Röhrenknochen tritt gewöhnlich zuerst ein Ossifikationspunkt in der Diaphyse auf. Die Ossifikationspunkte unterliegen keinem weiteren Wachstum, während der übrige Knorpel wächst.

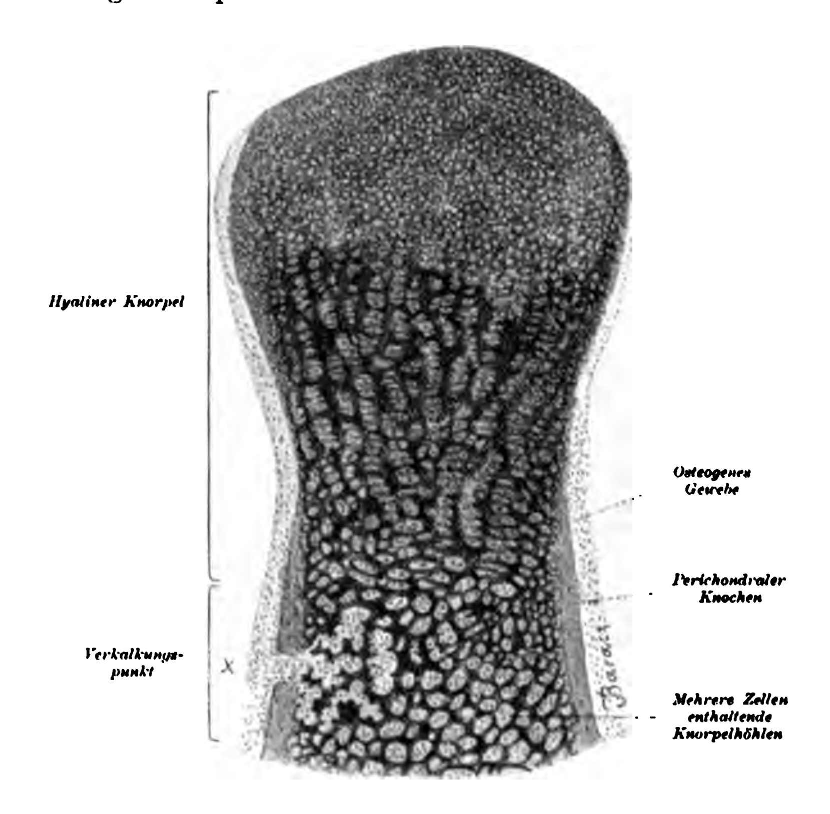


Fig. 170.

Aus einem Längsschnitte eines Fingers eines $3^1/_2$ monatlichen menschlichen Embryo.

Zwei Drittel der zweiten Phalanx gezeichnet. Bei × ist die Periostknospe zu sehen. Ca. 85 mal vergrössert.

Bevor diese Vorgänge innerhalb des Knorpels zustande kommen, geht an seiner äusseren Oberfläche, innerhalb der tieferen zellenreichen Schicht des Perichondriums ebenfalls ein Ossifikationsprozess (perichondrale Ossifikation) vor sich.

Dieses zellenreiche, mit Blutgefässen versorgte Gewebe, welches zu Knochen werden soll, wird „osteogenes Gewebe“ genannt.

Es verkalkt dessen Grundsubstanz und die in derselben befindlichen Zellen wandeln sich in Knochenzellen um. Auf diese Art entsteht an der Grenze des Knorpels und des Perichondriums eine Knochenschicht und hierdurch wird das Perichondrium zum Periost.

Von diesem letzteren dringen in den Knorpel, namentlich in den Ossifikationspunkt Knospen ein, so dass die weiteren Ver-

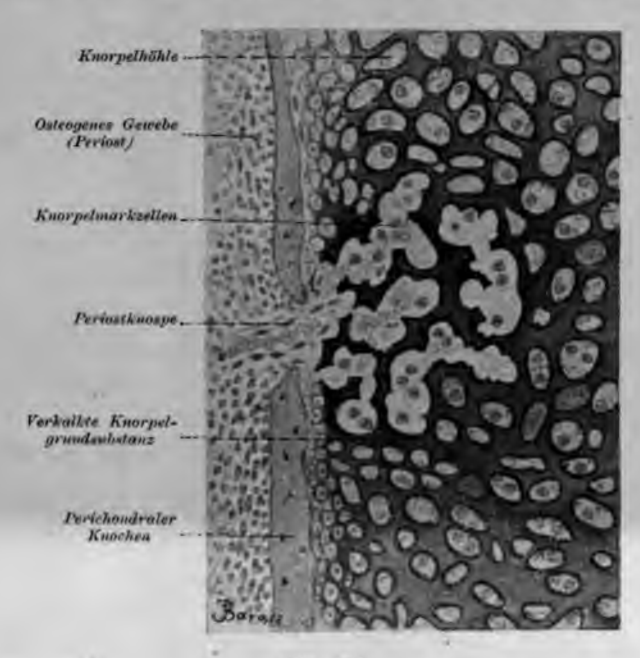


Fig. 171.

Die mit × bezeichnete Stelle der vorigen Figur bei stärkerer Vergrösserung. Ca. 185 mal vergrössert.

änderungen innerhalb des Ossifikationspunktes eben eine Folge der Einwucherung dieser Periostknospen sind. (Fig. 171.)

Die vordringende Knospe löst die verkalkte Knorpelgrundsubstanz auf. Die Knorpelhöhlen werden eröffnet und die Zellen werden frei.

Auf diese Art entsteht innerhalb des Ossifikationspunktes eine Höhle, welche den primordialen Markraum (primäre Markhöhle) bildet und die erste Anlage der zukünftigen bleibenden Markhöhle darstellt.

Wir finden im primordialen Markraum Blutgefässe und

zellige Elemente (sog. Knorpelmarkzellen), welche teilweise mit der Knospe hier eingeführt wurden, teilweise von Kapseln befreite Knorpelzellen darstellen.

Ein Teil dieser Zellen bildet die Elemente des künftigen roten oder gelben Knochenmarkes, ein Teil dagegen spielt die wichtige Rolle der sog. Knochenbildner (Osteoblasten). Es sind dies grosse, oft verästelte Zellen, welche in der Regel eine Lage an der inneren Oberfläche des Periosts bilden und welche mit den eindringenden Periostknospen in den Markraum gelangt sind.

Wir sehen demnach, dass im Ossifikationspunkte zuerst eine Proliferation der Knorpelzellen und Verkalkung der Grundsubstanz und sodann die Zerstörung dieses Knorpels durch eingewucherte Periostknospen Platz greift.

Im Röhrenknochen in der Richtung der Längsachse vergrössert sich die Markhöhle infolge des allmählichen Zerfalles des verkalkten Knochens.

Der an beiden Enden der Diaphyse gelegene Knorpel verdient wegen seines charakteristischen Verhaltens Beachtung. (Figg. 172 u. 173.) Wir können in demselben mehrere Zonen bemerken, welche sich voneinander unterscheiden. Der vom Markraum am meisten entfernte Teil, welcher noch keine Veränderungen aufweist, enthält spindelförmige Höhlen mit kleinen Zellen. Die dem Markraume näher gelegenen Höhlen sind grösser und in Reihen angeordnet (Zellsäulen). Zwischen diesen Reihen lassen sich Streifen etwas reichhaltigerer, faseriger Grundsubstanz nachweisen, wobei jedoch die Zellen der einzelnen Reihen durch sehr dünne Zwischenwände geschieden sind. Noch näher am Markraume sind die Höhlen blasig aufgetrieben und gegen einander abgeplattet. Die Septa der Grundsubstanz werden immer dünner und schwinden endlich, wodurch mehrere Höhlen zu einer verschmelzen.

Die Grundsubstanz wird mit Kalksalzen imprägniert und erscheint deshalb getrübt. Die Knorpelhöhlen öffnen sich gegen den Markraum, welcher infolgedessen zahlreiche Ausbuchtungen aufweist. Vom Markraum wachsen in dieselben Blutgefässe samt Mark und Osteoblasten ein, welche an der inneren Seite des sich vergrössernden Markraumes die Bildung eines Knochenbelages veranlassen. Die Osteoblasten werden nach und nach ringsum durch die Grundsubstanz, welche in die Knochensubstanz übergeht, umfasst und werden zu Knochenzellen.

Infolge der Thätigkeit der Osteoblasten ist demnach der ganze Markraum mit einer dünnen Schicht von Knochengewebe (Figg. 172 u. 173) überzogen und von dem ursprünglich soliden Knorpelstücke ist nur ein Rest in Form von unregelmässigen Balken zurückgeblieben, welche einen Knochenüberzug besitzen. Das Knorpelstück wird so in einen spongiösen Knochen umgewandelt.

Wie bereits erwähnt, geht gleichzeitig an der Oberfläche des Knorpels der Ossifikationsprozess — die perichondrale Ossifikation — vor sich. (Figg. 172 u. 173.) Thätig sind hier die Osteoblasten, welche an der Grenze des Knorpels und des Perichondriums liegen. Die perichondrale Ossifikation erfolgt schichtweise; immer neue Schichten treten heran und überziehen die älteren. Durch diese Apposition wächst der Knochen in die Dicke.

Die an der Oberfläche verlaufenden Gefässe werden von dem sich bildenden Knochen eingeschlossen. Diese gefässhaltigen Kanäle entsprechen den Havers'schen Kanälen. Die in denselben enthaltenen Osteoblasten bilden neue konzentrisch sich lagernde Lamellen der Knochengrundsubstanz.

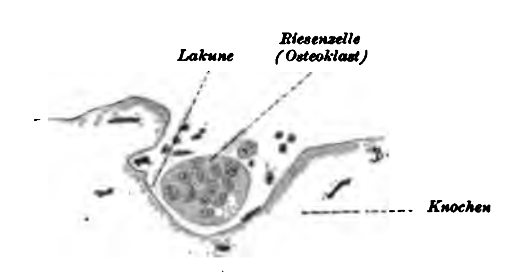
Wie wir aus dem obigen ersehen, geht die Verknöcherung der Diaphyse eines Röhrenknochens auf zwei Arten vor sich: durch enchondrale und perichondrale Ossifikation.

Gewöhnlich bedeutend später als in der Diaphyse tritt die Verknöcherung in den Epiphysen auf, wo dieselbe ähnlich wie in jener zuerst enchondral und dann erst perichondral ist. Es kommt demnach zuerst zur Bildung eines Verknöcherungspunktes (Verkalkungspunkt), in welchen gleichzeitig, sei es von der Oberfläche des Knorpels, sei es von der Diaphyse, Blutgefässe einwachsen. Es entsteht ein Markraum, welcher sich vergrössert und die Verknöcherungsgrenzen der Diaphyse und Epiphyse nähern sich gegenseitig. Sie sind ursprünglich durch eine dünne Knorpelschicht — Epiphysenfuge — voneinander geschieden.

Diese Knorpelschicht unterliegt einem schnellen Wachstum und liefert das Material, welches fortwährend in Knochen umgewandelt wird. So lange diese Schicht besteht, kann das Wachstum der Diaphyse in die Länge zunehmen, erst nach vielen Jahren verschwindet sie nach beendigtem Längenwachstum.

Die soeben beschriebenen Prozesse reichen zur Entwickelung und definitiven Gestaltung des Knochens nicht aus. Der neugebildete Knochen muss teilweise wieder aufgelöst werden.

Bei diesem Prozesse der **Resorption** sollen die sog. **Osteoklasten** (**Myeloplaxen** oder **Knochenbrecher**) thätig sein. (Fig. 175.) Es sind dies Riesenzellen, welche mehrere Kerne enthalten und in den Vertiefungen der Knochensubstanz, in den sog. **Howship'schen Lakunen** liegen.



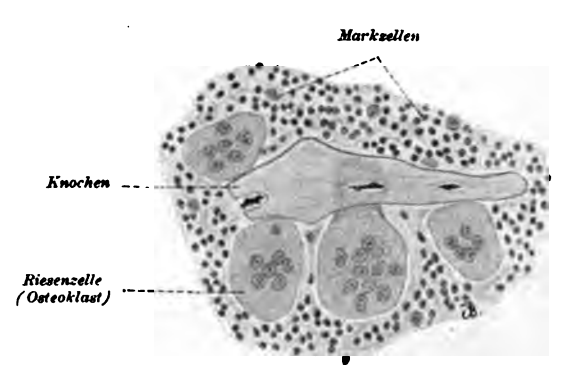


Fig. 175.
Aus einem Längsschnitte Ossis femoris eines Kaninchenembryo.
Ca. 335 mal vergrössert.

Dieser Resorptionsprozess geht im grossen Massstabe in den Röhrenknochen vor sich, wo der enchondrale Knochen zum Zwecke der Bildung der definitiven Markhöhle aufgelöst wird, aber auch in vollkommen entwickelten Knochen ist er häufig nachweisbar.

Knorpelig angelegt sind alle Knochen des Skeletts mit Ausnahme der Knochen des Schädeldaches, der Seitenteile des Schädels, des grössten Teiles der Gesichtsknochen und eines kleinen Teiles der Schädelbasis.

b) Entwickelung der Bindegewebsknochen.

Die Anlage des Knochens ist hier nicht knorpelig, sondern bindegewebig. Innerhalb der bindegewebigen Grundlage verkalken einzelne Bindegewebsbündel, indem sie Bälkchen der Grundsubstanz des Knochens bilden. Die Bindegewebszellen lagern sich auf der Oberfläche dieser Bälkchen in eine Schicht und wandeln sich, indem sie protoplasmareicher werden, in Osteoblasten um. (Fig. 176.) Es kommt zur Bildung einer Knochenplatte, welche sich durch Produktion neuer Knochenmassen an den Rändern nach der Fläche vergrössert. Das

Dickenwachstum ist dagegen eine Folge der Ablagerung einer kompakten Knochensubstanz an der äusseren und inneren Fläche.

Zwischen diesen zwei Lagen von kompakter Substanz befindet sich der älteste Teil des Knochens in Form von spongiöser Knochensubstanz (Diploë).

Hier fällt ebenfalls den Osteoklasten eine grosse resorbierende Aufgabe zu, denn die betreffenden Knochen ändern im Laufe der Entwickelung bedeutend ihre Form und Krümmung.

Bindegewebig angelegt sind die Knochen der Seitenteile des Schädels, des Schädeldaches, fast alle Gesichtsknochen und ein kleiner Teil der Schädelbasis (nämlich der obere Teil der

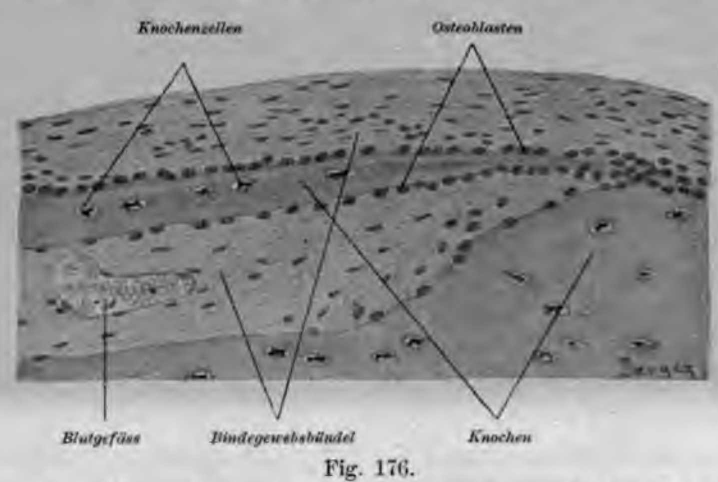


Fig. 176.
Aus einem Querschnitte des Scheitelbeines eines menschlichen Embryo.
Ca. 220 mal vergrössert.

Schuppe des Hinterhauptbeines, die innere Lamelle des Processus pterigoideus des Keilbeins).

B. Die Knorpel.

Die Knorpel sind mit Ausnahme der Gelenkoberfläche und der Stellen, wo sie mit den Knochen zusammentreffen, vom Perichondrium bedeckt. In den definitiv entwickelten Knorpeln finden wir keine Gefässe. Dieselben beschränken sich ebenso wie die Nerven nur auf das Perichondrium (siehe Knorpelgewebe).

2. Das Muskelsystem.

Grössere Komplexe von quergestreiften Muskelfasern bilden Organe, sog. Muskeln, die ihrerseits sich zum Muskelsystem

verbinden. Die Muskelfasern sind innerhalb des Muskels konstant zu Bündeln gruppiert. (Fig. 177.) Ein gewisser Teil der längs neben einander gelagerten Fasern ist von einer, aus lockerem Bindegewebe bestehenden Scheide umgeben. Diese — Perimysium genannte — Scheide entsendet nach innen zwischen die einzelnen Muskelfasern Septa, so dass die Sarkolemmaschläuche der Nachbarfasern miteinander nicht in Berührung kommen. In grösseren Muskeln sind diese Bündel (primäre Bündel) miteinander zu grösseren Bündeln sog. sekundären

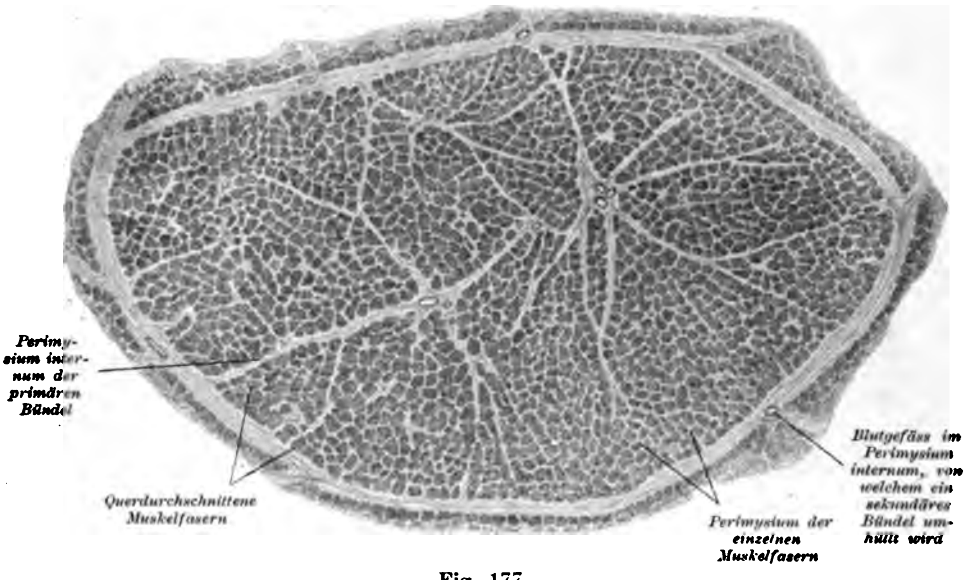


Fig. 177.

Aus einem Querschnitte des Musc. sterno-cleido-mastoideus des Menschen.

Es ist ein ganzes sekundäres Bündel, vom Perimysium internum umhüllt, zu sehen. Ca. 45 mal vergrössert.

Bündeln vereinigt; diese können sich manchmal noch zu tertiären Bündeln vereinigen und alle diese Bündel zusammengenommen bilden den Muskel.

Jedes Muskelbündel ist von einer Perimysialscheide umfasst (Perimysium internum). Der ganze Muskel wiederum ist mit einer dickeren bindegewebigen Hülle (dem Perimysium externum) umgeben. Das Perimysium externum steht mit dem Perimysium internum mittels zahlreicher bindegewebiger Züge, welche nach innen vordringen, in Zusammenhang.

Ein Querschnitt der Muskeln belehrt am besten über die

Verteilung des Bindegewebes innerhalb des Muskels. Wir sehen nämlich, dass vom Perimysium externum, welches den ganzen Muskel bedeckt, in das Innere, zwischen die sekundären Bündel, Septa eindringen, welche schon dem Perimysium internum angehören und gleichzeitig den ganzen Muskel in sekundäre Bündel teilen, beziehungsweise für diese letzteren Scheiden bilden. Jede Scheide der sekundären Bündel entsendet wieder nach innen Züge zwischen die primären Bündel, indem sie für dieselben Scheiden liefert. Die Scheiden der primären Bündel entsenden wieder zarte Züge zwischen die einzelnen Muskelfasern. Dieses Perimysium internum, welches in das Innere der primären Bündel eindringt, enthält gewöhnlich nur sehr wenige elastische Fasern und kein Fettgewebe, während die Perimysialhüllen, welche die primären und sekundären beziehungsweise tertiären Bündel umgeben, sowohl Fettzellen wie elastische Fasern aufweisen. Wie gewöhnlich ist auch in den Muskeln das Bindegewebe der Träger der Gefässe und Nerven. Innerhalb desselben gelangen die Kapillaren und Nervenfasern zu den einzelnen Muskelfasern.

Die Muskelfasern treten nur ausnahmsweise in Form eines Flechtwerkes auf, wie z. B. in der Zunge.

Die Muskeln zeichnen sich durch eine überaus reichliche Blutversorgung und gleichmässige Verteilung der Blutgefässe aus. Die Blutgefässe verlaufen innerhalb des Perimysium mehr oder weniger parallel zum Verlaufe der Muskelfasern. (Fig. 178.) Innerhalb des Perimysium zwischen den primären Bündeln zweigt sich ein Teil feiner arterieller Ästchen unter einem rechten Winkel von den grösseren Gefässen ab und lagert sich senkrecht zum Verlaufe der Fasern. Diese Arterien werden nicht mehr von Venen begleitet, sondern Arterien und Venen verlaufen für sich. Von diesen gehen wieder unter einem rechten Winkel die sogenannten vorkapillären Ästchen ab. Diese verlaufen somit ebenso wie die Kapillaren, in welche sie zerfallen, parallel mit den Fasern. Die Kapillaren sind sehr fein und verlaufen dicht am Sarkolemma, zwischen den einzelnen Muskelfasern. Parallel mit den Muskelfasern verlaufend, anastomosieren sie ziemlich oft miteinander mittelst rechtwinklig sich abzweigender Ästchen, so dass das daraus entstandene Kapillarnetz langgestreckte und rechteckige Maschen aufweist. Gewöhnlich ist jede Muskelfaser von einigen Kapillaren an mehreren Seiten begleitet, wovon man sich am besten an Querschnitten eines injizierten Muskels überzeugen kann. (Fig. 179.) Die aus den

Kapillaren entstehenden Venen zeichnen sich dadurch aus, dass auch die feinsten Äste derselben Klappen besitzen.

Die spärlichen Lymphgefässe sollen dem Verlauf der kleineren Blutgefässe folgen.

Von den Nerven und deren Endigungen wird bei der speziellen Besprechung der Nervenendigungen die Rede sein.

Die Muskeln stehen mit anderen Teilen des Organismus, sei es mit dem Skelett, sei es mit den weichen Teilen, wie der Haut und den Eingeweiden, fast immer durch Vermittelung der Sehnen in Verbindung.

Die Sehnen bestehen, wie wir dies bereits (S. 46 und 47) beschrieben haben, aus Bindegewebsfibrillen, welche mittelst interfibrillärer Kittsubstanz zu feinen sog. primären Bündeln vereinigt werden. Mehrere dieser letzteren werden mittelst interfasciculärer Kittsubstanz zu sekundären Sehnenbündeln verbunden. (Fig. 180.) Die charakteristisch gestalteten und gelagerten Bindegewebszellen liegen zwischen den primären Bündeln. (Fig. 31.) Die sekundären Bündel werden von lockerem, elastische Fasern enthaltendem Bindegewebe umgeben und vereinigen sich in grössere tertiäre Bündel, welche zusammen die Sehne bilden. Oberflächlich ist die Sehne von einem bindegewebigen Überzug — dem sog. Peritenonium — umschlossen.

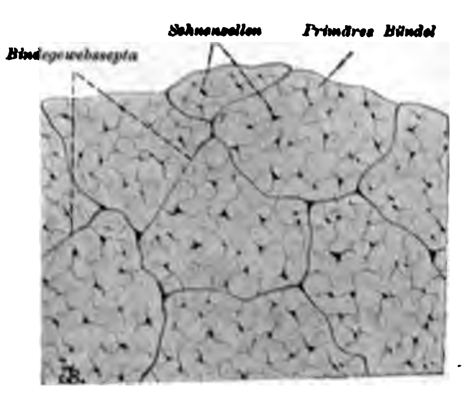


Fig. 180.

Stück eines Querschnittes einer Sehne (des M. popliteus) des Menschen.

Ca. 210 mal vergrössert.

Die enge Verbindung der Sehne mit dem Muskel ist durch den unmittelbaren Übergang des das Perimysium bildenden Bindegewebes, in jenes der Sehne, gesichert. (Fig. 181.)

In den Fällen, wo der Muskel dem Periost oder der Fascie anhaftet, erfüllt ebenfalls das Perimysium allein die Aufgabe der Verbindung, indem es direkt in das Gewebe des Periostes oder der Fascie übergeht.

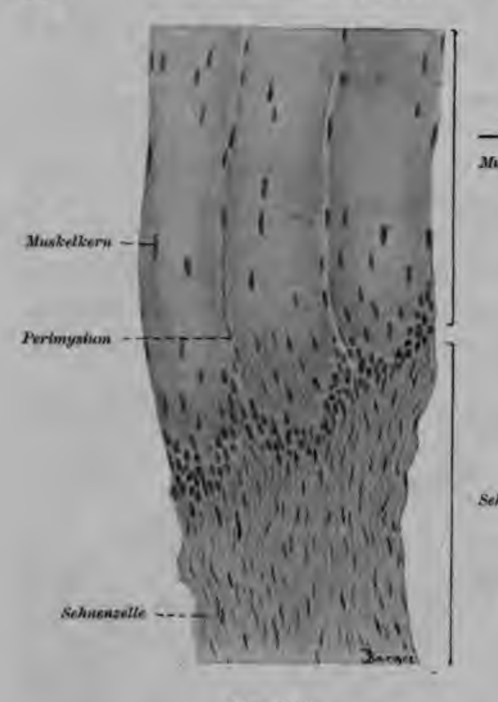


Fig. 181.

Aus einem Längsschnitte durch den Musc. gastrocnemius des Frosches.

Es ist die Übergangsstelle des Muskels in die Sehne zu sehen. Ca. 200 mal vergrössert.

Die spärlichen Blutgefässe der Sehnen verlaufen im lockeren Bindegewebe zwischen den Sehnenbündeln. Die Lymphgefässe bilden vor allem im Bindegewebe an der Oberfläche der Sehne ziemlich reichliche Netze. Die Nerven versehen reichlich die Sehnen, indem sie teils in denselben mittelst baumartiger Verästelungen, der sog. Golgi'schen Sehnenspindeln oder mittelst Endkolben und Vater-Pacinischer Körperchen, teils in ihren Gefässen endigen.

Die Sehnenscheiden bestehen aus Bindegewebe und sind an der Innenfläche gewöhnlich mit platten Zellen ausgekleidet.

Die Fascien sind bindegewebige Häute, deren Fibrillenbündel gewöhnlich mehrere sich kreuzende Schichten bilden und viele elastische Fasern enthalten können.

VII. Das Nervensystem.

1. Zentrales Nervensystem.

A. Das Rückenmark.

Man kann sich am Querschnitt des Rückenmarkes schon mit freiem Auge überzeugen, dass dasselbe aus grauer und weisser Substanz besteht. Die erstere nimmt den zentralen Teil ein, die zweite umgiebt sie ringsum. Das Massenverhältnis

der grauen Substanz zur weissen ist in verschiedenen Höhen des Rückenmarkes verschieden. Im Lendenmark gewinnt die graue Substanz in distaler Richtung immer mehr das Übergewicht über die weisse. (Siehe Figg. 182, 183, 184 u. 185.)

Die graue Substanz erinnert am Querschnitt des Rückenmarkes in ihrer Form an den Buchstaben H und in einigen Abschnitten des Markes an die Gestalt eines Schmetterlinges. Die graue Substanz stellt sich eigentlich in Form zweier längs des ganzen Rückenmarkes gelagerter Säulen dar, wovon sich die eine rechts, die andere links befindet. Beide Säulen sind mittelst eines dünnen Blattes grauer Substanz, der sog. grauen Kommissur, miteinander verbunden. (Fig. 182.) Jede der Seitensäulen ist ventral dicker als dorsal, weshalb man am Querschnitt des Rückenmarkes ein breiteres Vorderhorn und ein schmäleres Hinterhorn unterscheidet. Im unteren Halsmarke und vor allem im oberen Brustmarke tritt lateral an der Grenze des Vorder- und Hinterhornes das Seitenhorn (Tractus intermediolateralis) auf.

Ferner sendet im Hals- und oberen Brustmarke die graue Substanz an der Stelle, wo das Seiten- (resp. Vorderhorn) und das Hinterhorn zusammenstossen, in die weisse Substanz sich zu einem Netze verbindende Fortsätze aus und bildet die sog. Formatio seu Processus reticularis. (Fig. 182.)

Von der ventralen Fläche der Vordersäulen aus ziehen in bestimmten Zwischenräumen Nervenbündel durch die weisse Substanz nach vorne als sog. vordere Wurzeln; von der dorsalen Fläche der Hintersäulen aus ziehen ähnliche Nervenfaserbündel nach hinten als sog. hintere Wurzeln.

Schon bei geringer Vergrösserung fallen in der grauen Substanz zwei Gebilde auf, nämlich die sog. Stilling-Clarkesche Säule und die Substantia gelatinosa Rolandi und zwar erstere im Dorsalmark (Fig. 184), letztere fast in der ganzen Länge des Rückenmarkes. (Fig. 189.) Die Stilling-Clarke'sche Säule liegt medialwärts in der Gegend der Basis des Hinterhornes und bildet eine von der Umgebung sich deutlich abgrenzende Zellengruppe, welche von Nervenfasern dicht durchflochten ist.

Die Substantia gelatinosa Rolandi liegt an der Spitze des Hinterhornes, enthält kleine, teilweise spindelförmige Nervenzellen und ist ärmer an Neuroglia (siehe weiter), als andere Rückenmarkspartien (Weigert).

In der grauen Kommissur liegt der längs des ganzen Rückenmarkes verlaufende Zentralkanal. Der Durchmesser seines Lumens beträgt gewöhnlich kaum 1 mm; er ist bei Embryonen mit Flimmerepithel ausgekleidet und von der Substantia grisea centralis (siehe Neuroglia) umgeben. Bei Erwachsenen obliteriert gewöhnlich wenigstens streckenweise der Zentralkanal infolge der Lockerung und Wucherung der Ependymzellen und Neurogliafasern (siehe weiter).

Die graue Kommissur zerfällt in die vordere und hintere, d. i. in den Teil, welcher vor und in denjenigen, der hinter dem Zentralkanal liegt.

Wie bereits erwähnt, umgiebt die weisse Substanz ringsum die graue und wird vorne durch den Längsspalt (Fissura mediana anterior) und hinten durch das Septum medianum posterius in eine rechte und eine linke Hälfte geschieden. Die Fissura anterior schneidet in die weisse Substanz tief ein, erreicht jedoch die graue Substanz nicht. Ein dünner Streifen weisser Substanz, welcher die rechte und linke Hälfte verbindet, bildet die weisse Kommissur. (Figg. 182 u. 189.)

Jede dieser Hälften wird durch die austretenden, vorderen und hinteren Nervenwurzeln in einen Vorder-, Seiten- und Hinterstrang geteilt. (Figg. 182 u. 189.) An der Oberfläche des Rückenmarks sind die Stellen des Austrittes der Nervenwurzeln durch seichte Längsfurchen (Sulcus lateralis anterior und posterior) kenntlich.

Der Hinterstrang ist im Halsteile deutlich in zwei Abschnitte geteilt, in den medial liegenden Funiculus gracilis (Goll'scher Strang) und den lateral gelegenen Funiculus cuneatus (Burdach'scher Strang). (Fig. 189.)

Wir beginnen, zum feineren Bau des Rückenmarkes übergehend, mit der Beschreibung der Nervenzellen, die wir fast ausschliesslich nur in der grauen Substanz vorfinden. Wir unterscheiden drei Arten derselben:

1. Motorische Zellen (Fig. 187) sind im ganzen Vorderhorn verbreitet und oft in Gruppen gelagert, von welchen die medial-vordere und die lateral-hintere die grössten sind. Motorische Zellen sind überwiegend grosse Zellen, deren nervöser Fortsatz in die vordere Wurzel derselben Seite übergeht und den Achsencylinder der markhaltigen Nervenfasern bildet. Die Dendriten sind zahlreich und reichen weit, indem sie bis in die weisse Substanz oder die Hinterhörner eindringen.

Der Nervenfortsatz dieser Zellen giebt manchmal spärliche Seitenzweige (motorische Collateralen) ab, welche wenig verästelt sind.

2. Die Strangzellen (Figg. 186 u. 191), deren Nervenfortsätze in die weisse Substanz übergehen und zu Strangfasern werden. Diese Zellen zerfallen wieder in:

a) Zellen, deren Nervenfortsatz in die weisse Substanz derselben Seite übergeht — oder aber

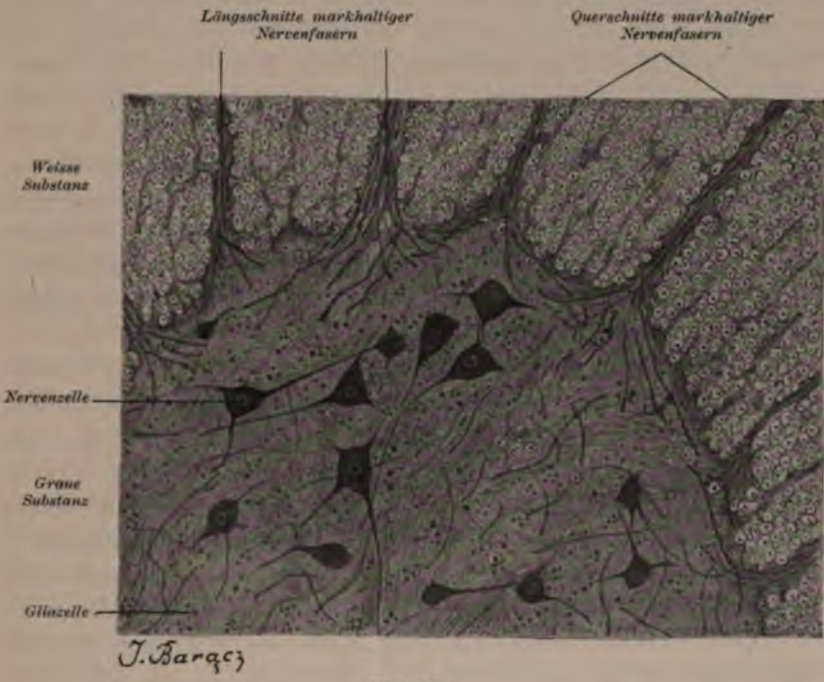


Fig. 187.

Die vordere Hälfte des Vorderhornes vom Rückenmarke des Kalbes. Aus einem Schnitt durch die Halsanschwellung.
Ca. 80 mal vergrössert.

b) der entgegengesetzten Seite, indem er die weisse Kommissur durchzieht (Kommissurenzellen). (Figg. 186 u. 191.)

Die Strangzellen sind in der ganzen grauen Substanz verbreitet. Sie sind kleiner als die motorischen Nervenzellen und ihr Nervenfortsatz giebt gewöhnlich zahlreiche Collateralen ab, bevor er in die weisse Substanz übergeht.

Der Nervenfortsatz selbst geht in den Vorder-, Seiten- oder (nur sehr selten) Hinterstrang über. Hier teilt sich der über-

wiegende Teil der Strangfasern gabelförmig in eine auf- und eine absteigende längs verlaufende Faser. Diese letzteren geben Seitenäste (Collateralen) ab, welche ebenso wie die Strangfasern in der grauen Substanz verästelt enden. Die Nervenfortsätze anderer Strangzellen, welche der Teilung nicht unterlagen, nehmen ihre Richtung in der weissen Substanz nach oben oder nach unten. Dagegen geben noch andere Strangzellen einen Nervenfortsatz ab, welcher sich schon in der grauen Substanz in zwei oder drei Äste teilt, welche entweder in die Stränge derselben Seite eindringen oder es tritt ein Ast in den Strang derselben Seite und ein anderer geht durch die weisse Kommissur auf die andere Seite über. Es sind dies die sog. plurifunicularen oder pluricordonalen Zellen. (Fig. 191, d u. e.)

Die einen Strangfasern verlaufen bis zum Gross- oder Kleinhirn, indem sie sog. lange Bahnen bilden, andere dagegen biegen nach einem kurzen Verlaufe in der weissen Substanz gegen die graue Substanz des Rückenmarkes ab und enden hier, indem sie sog. kurze Bahnen bilden. Die Dendriten der Strangzellen sind spärlich und wenig verästelt.

3. Binnenzellen (Fig. 186), deren stark verästelter Nervenfortsatz aus der grauen Substanz nicht austritt, sondern innerhalb derselben mit Endbäumchen frei endigt. Dieselben kommen hauptsächlich in den Hinterhörnern vor.

Neben allen diesen Arten von Nervenzellen enthält die graue Substanz Nervenfasern, welche teils Ausläufer dieser Zellen sind, teils einen anderen Ursprung haben und hier endigen. Sie enthält überdies Neuroglia, die später besprochen werden wird.

Die weisse Substanz besteht aus markhaltigen Nervenfasern und der Neuroglia.

Die Nervenfasern der weissen Substanz können aus drei verschiedenen Quellen stammen: erstens aus den im Rückenmark selbst gelegenen Strangzellen, zweitens aus den im Gehirn gelegenen Zellen (zentrifugale Fasern), schliesslich aus Spinalganglienzellen (zentripetale Fasern). (Fig. 188.)

Infolge eingehender histologischer, entwickelungsgeschichtlicher und experimenteller Untersuchungen seitens zahlreicher Forscher, haben wir eine ziemlich genaue Kenntnis von dem Verlaufe dieser verschiedenen Arten von Nervenfasern. Auf einem Querschnitte des Rückenmarkes können wir bestimmte Felder innerhalb der weissen Substanz abgrenzen, welche Fasern von ganz bestimmter Verlaufsrichtung enthalten. (Fig. 186.)

In den vorderen Strängen medial, längs der Fissura long. ant. verläuft die Pyramiden-Vorderstrangbahn. (Fig. 186 und 188.) Ihre Fasern kommen von der Grosshirnrinde derselben Seite, sind also zentrifugal. Sie kreuzen sich in der vorderen Kommissur und endigen in den vorderen Hörnern, indem ihre Endverzweigungen die motorischen Zellen daselbst umspinnen. Diese Fasern stellen die motorische Bahn zweiter Ordnung dar. Das zweite Feld der Vorderstränge, welches lateral vom vorigen gelegen ist, heisst das Vorderstranggrundbündel; es führt die Nervenfortsätze der Strangzellen.

In den Seitensträngen finden wir im hinteren Teile ein Feld, welches Pyramidenseitenstrangbahn heisst. (Fig. 188.) Diese Bahn führt zentrifugale, von der Grosshirnrinde der gekreuzten Seite stammende Fasern. Die Kreuzung dieser Fasern findet im untersten Abschnitt der Medulla oblongata (Pyramidenkreuzung) statt, und ihr Ende finden sie in den Vorderhörnern derselben Seite. Diese Fasern stellen ähnlich wie die der Pyramidenvorderstränge die motorische Bahn zweiter Ordnung dar. Wir sehen somit, dass alle Fasern dieser Bahn einer Kreuzung unterliegen, und zwar teils oben im verlängerten Mark, teils tiefer im Rückenmark in der vorderen Kommissur.

Mehr nach aussen von diesem Felde liegt die Kleinhirnseitenstrangbahn (Tractus cerebello-spinalis dorsalis), welche die Nervenfortsätze der in den Clarke'schen Säulen gelegenen Strangzellen führt. Diese Fasern nehmen ihre Richtung in das Kleinhirn (lange Bahn).

Mehr nach vorn von diesem Felde finden wir den sog. anterolateralen Strang (Gowers, Tractus cerebello-spinalis ventralis). Er nimmt seinen Ursprung aus anderen Strangzellen der grauen Substanz und verläuft ebenfalls zum Kleinhirn (lange Bahn).

Der Rest der Seitenstränge (Seitenstrangreste) besteht aus Nervenfortsätzen der Strangzellen, welche sich in auf- und absteigende Fasern teilen und einen kürzeren Verlauf haben (kurze Bahn). Die Bestimmung dieser Bahnen ist, benachbarte Abschnitte des Rückenmarkes mit einander zu verbinden.

Die hinteren Stränge bilden die Fortsetzung der hinteren Wurzeln. Durch diese letzteren treten nämlich die Nervenfortsätze der Spinalganglienzellen ins Rückenmark ein. Sobald sie in die Hinterstränge eintreten, teilt sich jeder derselben sogleich in eine auf- und absteigende Stammfaser. (Fig. 188.) Jede dieser

Fasern giebt viele Seitenäste (Kollateralen) ab, welche in die graue Substanz eintreten und an irgend einer Stelle derselben mit äusserst feinen Verzweigungen endigen. Endverzweigungen der Hinterstrangfasern finden wir (Fig. 186) in der Substantia gelatinosa, in den Clarke'schen Säulen und in den Vorderhörnern in der Gegend der Gruppen der grossen motorischen Zellen (Reflexkollateralen der sensiblen Wurzeln). Nur sehr wenige von diesen Kollateralen gehen durch die hintere Kommissur auf die andere Seite über, woselbst sie in den Hinterhörnern endigen. Die absteigenden Fasern reichen niemals weit nach unten, während die aufsteigenden sich zuweilen bis zum verlängerten Mark verfolgen lassen. Sowohl die auf- als auch die absteigenden Fasern endigen in der grauen Substanz auf dieselbe Art wie die Kollateralen.

Die aus den Spinalganglien stammenden Fasern ziehen während ihres Verlaufes innerhalb der Hinterstränge nach aufwärts, und zugleich medialwärts, indem die neu eintretenden Fasern der hinteren Wurzeln sich immer lateral von den tiefer eingetretenen Fasern lagern. Es werden daher auf dem Querschnitt des Halsmarkes die Fasern für die untere Extremität ganz medial am Septum posterius, im Goll'schen Strang, angetroffen, während die Fasern für die obere Extremität ganz lateral im Burdach'schen Strang verlaufen.

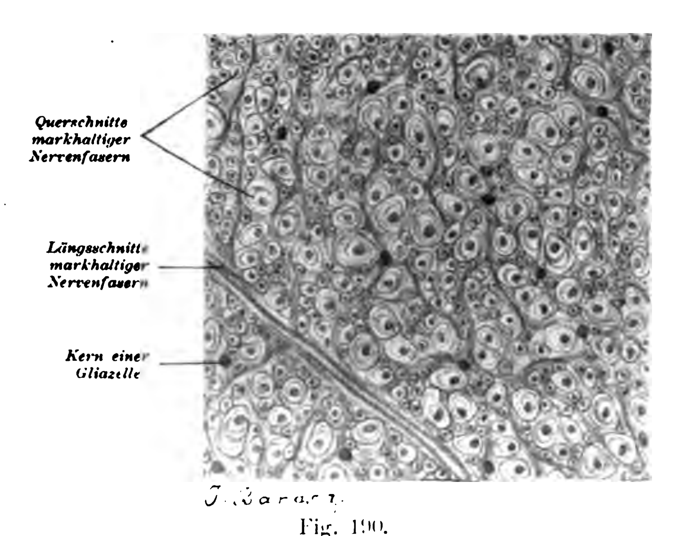


Fig. 190.

Querschnitt durch die weisse Substanz vom Rückenmarke des Ochsen.
Ca. 200mal vergrössert

Einen geringen Zuwachs an Fasern bedingen in den Hintersträngen die Ausläufer der in den Hinterhörnern gelegenen kleinen Strangzellen. Diese Fasern biegen nach kurzem Verlaufe in den Burdach'schen Strängen in die graue Substanz ab (kurze Bahnen).

Die, die weisse Substanz zusammensetzenden Nervenfasern sind markhaltig. Allen jedoch fehlt eine Schwann'sche Hülle und infolgedessen weisen diese Fasern weder Ranvier-sche Einschnürungen, noch Segmente auf. Erst in den Wurzeln bemerkt man Fasern, welche Neurilemma und Schwann'sche Körperchen besitzen und Ranvier'sche Einschnürungen aufweisen.

Bei der Betrachtung des Markes am Querschnitt (Fig. 190) überzeugen wir uns, dass die Nervenfasern von sehr verschiedener Dicke sind (nach Goll 6—25 μ, nach Ziehen sogar von 1½ μ angefangen) und dass dieselben mit einander so gemischt sind, dass wir unmittelbar neben den dicksten sehr dünne vorfinden. Die dicksten Fasern finden wir in den Burdach'schen und Vordersträngen, die dünnsten in den Goll'schen und Seitensträngen. Überdies bemerken wir an einem solchen Schnitt, dass der bedeutend überwiegende Teil der Fasern quer durchschnitten ist, was den Beweis liefert, dass diese Fasern parallel der Längsachse des Rückenmarkes verlaufen. Schräg und quer verlaufende Fasern sind verhältnismässig sehr spärlich.

Das Stützgerüst des Rückenmarkes (sowie des gesamten zentralen Nervensystems) bildet die sog. Neuroglia (Nervenkitt). Dieselbe ist ektodermaler Herkunft und stammt von einer gleichen Anlage ab, wie das Zentralnervensystem.

Man war längere Zeit der Ansicht, dass die Neuroglia bloss aus einem Elemente besteht, namentlich aus mit Fortsätzen versehenen Zellen.

Nach neueren Forschungen (Ranvier, Weigert, Reincke, R. Krause) können wir jedoch in derselben zwei Elemente unterscheiden: Zellen und Fasern (sog. Gliazellen und Gliafasern.

Wir wollen uns zuerst mit den zelligen Elementen befassen. Im Mark ausgewachsener Individuen finden wir Zellen zweierlei Art, welche sich durch Lage und Gestalt voneinander unterscheiden, sog. Ependymzellen und Astrocyten (Spinnenzellen, Deiters'sche Zellen).

Die ersteren sind cylindrische, den Zentralkanal begrenzende

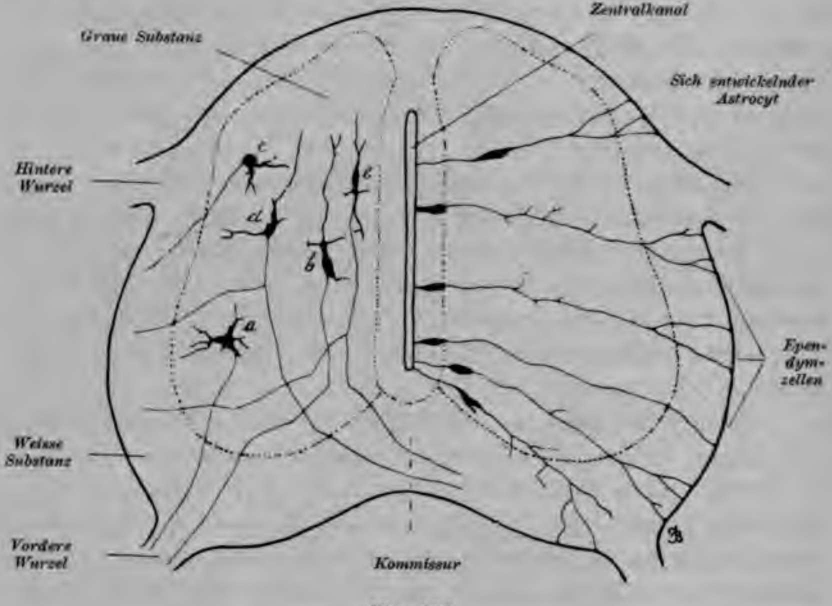


Fig. 191.

Querschnitt durch das Rückenmark eines 8tägigen Hühnerembryos.

Links Nervenzellen, rechts Neurogliazellen. *a* und *b* = motorische Zellen, *c* = Seitenstrangzelle, *d* und *e* = plurifunikulare Zellen.

Ca. 80 mal vergrössert.

Zellen. Sie bilden entweder eine einfache Lage oder entsprechen durch ihre Lagerung dem zwei- oder dreireihigen Epithel. Diese Zellen weisen an der dem Zentralkanal zugekehrten Oberfläche Flimmerhaare auf, welche mit dem Alter verschwinden; in der Richtung gegen die Oberfläche des Markes sendet jede Zelle einen langen, fadenförmigen Fortsatz (Ependymfaser), welcher in die graue Substanz eindringt und bei Embryonen bis an die Aussenfläche des Rückenmarkes reicht. Im postembryonalen Leben sind die bis an die Rückenmarksperipherie gelangenden Ependymfasern nur im Septum posterius nachweisbar.

Die Ependymzellen sind die phylo- und ontogenetisch ältesten Zellen der Neuroglia, von welchen die Astrocyten ihren Anfang nehmen; denn ein Teil der Zellen, welche durch Teilung der Ependymzellen entstanden sind, entfernt sich vom Zentralkanal und wird, indem er immer mehr peripheriewärts in die graue und weisse Substanz hinausrückt, zu Astrocyten.

Die Astrocyten erscheinen als kernhaltige Zellen mit spärlichem Protoplasmakörper, welcher mehr oder minder weit-

reichende Fortsätze entsendet. Deshalb sind diese Zellen sternförmig und verdanken dieser Form ihren Namen. Je nach der Länge dieser Fortsätze unterscheiden die Autoren Lang- und Kurzstrahler.

Das zweite Element bilden die Gliafasern, welche man früher für sehr lange Zellausläufer hielt. Erst später fing man an, sie als ein ganz selbständiges Element zu betrachten, nachdem man zu der Überzeugung gelangt war, dass dieselben auf gewisse Färbungen ganz anders wie der Protoplasmakörper oder dessen Fortsätze reagieren, und dass sie durch den Zellkörper in der Weise ziehen, dass ihr ununterbrochener Lauf sogar innerhalb der Zelle nachgewiesen werden kann. Die Gliafasern ziehen gewöhnlich durch die Aussenschicht des Zellkörpers oder laufen nur an der Zellsubstanz vorbei. In jedem Falle sind sie jedoch wahrscheinlich ein Produkt der Zellen, welches sich im Laufe der Zeit vom Zellleib so sehr emanzipiert hat, dass ein Teil der Fasern mit den Zellen in keinem Zusammenhange zu stehen scheint. Diese Fasern sind verschieden dick und bilden eine dichte Durchflechtung. Eine reichlichere Neuroglia-Anhäufung finden wir rings um die grösseren Nervenzellen, in der Umgebung grösserer Gefässe und vor allem um den Zentralkanal (zentrale Gliamasse, Substantia grisea centralis), sowie in der äusseren Schicht des Rückenmarkes (oberflächliche Gliahülle).

Bezüglich der Bedeutung und Aufgabe der Neuroglia machten sich im Laufe der Jahre verschiedene Anschauungen geltend. Nach Golgi soll die Neuroglia nutritive Funktionen für die Nervenzellen ausüben; Ramón y Cajal schreibt ihr eine isolierende Wirkung für Neurone zu; nach der Ansicht Weigert's hat sie bloss die Aufgabe, den Raum zwischen den nervösen Elementen auszufüllen, schliesslich nimmt R. Krause an, dass durch die Einlagerung der Gliafasern zwischen die nervösen Elemente Spalträume geschaffen werden, in welchen, beim Mangel anderer Lymphgefässe in zentralen Nervenorganen, die Lymphe zirkulieren kann.

Von anderen Teilen des Zentralnervensystems müssen wir uns auf die Beschreibung der Gross- und Kleinhirnrinde beschränken, dagegen die ausführliche Beschreibung der grauen und weissen Substanz innerhalb des Gehirnes und verlängerten Markes speziellen Handbüchern überlassen.

Grosshirnrinde.

Die Grosshirnrinde zeigt in verschiedenen Regionen gewisse Differenzen im Baue, auf welche wir jedoch hier nicht eingehen können. Dieselben lassen sich auf einen Grundtypus zurückführen, welchen wir hier skizzieren wollen.

Die Grosshirnrinde besteht aus grauer Substanz, in welcher vier ohne scharfe Abgrenzung ineinander übergehende Schichten zu unterscheiden sind. (Taf. XXXV und XXXVI.)

Von aussen beginnend, finden wir nachstehende Schichten:

1. Die Molekularschicht (Stratum zonale Kölliker's). Es ist dies eine zellenarme Schicht, welche fein granuliert und retikuliert erscheint, was teilweise von den sich teilenden und kreuzenden Dendriten und Neuriten der Nervenzellen, deren Zellkörper in tieferen Schichten liegt, hauptsächlich aber von den zur Aussenfläche parallel dahinziehenden markhaltigen Nervenfasern, den sog. Tangentialfasern, herrührt.

In dieser Schicht finden wir die sog. Cajal'schen Zellen. Es sind dies entweder spindelförmige oder dreieckige und sternförmige Zellen, deren Fortsätze horizontal verlaufen und feine Ästchen gegen die Oberfläche der Rinde abgeben. Diese Zellen sind heute fast von allen Forschern als Nervenzellen anerkannt.

2. Die Schicht der kleinen Pyramidenzellen, so genannt wegen der Form der in dieser Schicht enthaltenen, relativ kleinen Nervenzellen pyramidaler Gestalt, welche so gelagert sind, dass die Spitze der Aussenfläche und die Basis dem Inneren zugekehrt ist.

Figur 59 stellt eine solche Zelle dar und illustriert das Verhältnis des Nervenfortsatzes und der Protoplasmafortsätze zum Zellkörper. Von der Spitze der Zelle tritt der gegen die Aussenfläche der Hirnrinde gerichtete Hauptdendrit aus, durchsetzt beinahe die ganze Dicke der Molekularlage, indem er unterwegs zahlreiche Seitenzweige abgiebt und zerfällt innerhalb der äusseren Schicht der Molekularlage in viele Äste, welche frei endigen. Andere kleinere Dendriten zweigen sich dagegen vorzüglich von den Seitenflächen und teilweise von der Basalfläche ab.

Der Nervenfortsatz tritt gewöhnlich aus der Mitte der Basalfläche aus, verläuft gegen die Marksubstanz und giebt unterwegs mehrere Collateralen ab, welche parallel zur Oberfläche ziehen.

3. Die Schicht der grossen Pyramidenzellen ist wegen des Vorhandenseins von grossen, Pyramidenform zeigen-

den Zellen, welche sich übrigens ganz ähnlich verhalten, wie die kleinen Pyramidenzellen, charakterisiert.

4. Die Schicht der polymorphen Nervenzellen. In dieser Schicht überwiegen die vieleckigen Zellen, welche einige Protoplasmafortsätze abgeben und einen Nervenfortsatz in die weisse Substanz entsenden. Ausserdem sind in dieser Schicht auch spindelförmige Zellen vorhanden.

Neben diesen Zellen, welche für die einzelnen Schichten so typisch sind, dass die zweite, dritte und vierte davon ihren Namen führen und welche ihren Nervenfortsatz weit über die Rinde hinaus entsenden (Deiters'scher Typus oder besser Golgi's I. Typus), finden wir ziemlich zahlreiche Zellen, deren Neurit das Gebiet der Rinde nicht überschreitet (Golgi'scher Typus oder besser Golgi's II. Typus) und unweit vom Zellkörper mittelst der Telodendrien endigt. Einige dieser Zellen entsenden ihren Nervenfortsatz statt nach innen d. i. gegen die weisse Substanz, nach aussen gegen die Molekularschicht. Diese letzteren Zellen unterscheiden wir als Martinotti'sche Zellen.

Neben den Nervenzellen, welche innerhalb der Rinde in den erwähnten Schichten verteilt sind, nimmt unsere Aufmerksamkeit ein Geflecht von markhaltigen Nervenfasern in Anspruch, von denen ein Teil eine zur Aussenfläche senkrechte Richtung aufweist, ein anderer Teil dagegen parallel zur Oberfläche verläuft. An der Bildung der ersteren nehmen die markhaltigen Nervenfasern, welche eine Verlängerung des Neurits der Pyramidenzellen sind und gegen die weisse Substanz herunterziehen, sowie auch diejenigen Nervenfasern teil, welche in entgegengesetzter Richtung, nämlich aus der weissen Substanz gegen die Hirnrinde emporsteigen. Alle diese Fasern verlaufen in Bündeln, welche durch die dritte und vierte Schicht bis in die Schicht der kleinen Pyramidenzellen ziehen. Es sind dies die sog. radiären Bündel.

Die parallel zur Oberfläche verlaufenden Faserzüge rühren aus mehreren Quellen her. Die am äussersten d. h. in der Molekularschicht liegenden sog. Tangentialfasern und die in der Schicht der kleinen Pyramidenzellen befindlichen und das sog. superradiäre Flechtwerk (Streifen von Bechterew und Kaes) bildenden, gehören zu den Nervenfasern, welche von der Marksubstanz zur Hirnoberfläche verlaufen, indem die erwähnten horizontal ziehenden Fasern die Seitenäste und Verzweigungen letzterer bilden.

Die tiefer gelegenen Faserzüge kreuzen sich mit radiären Bündeln und bilden die sog. interradiären Bündel. Ein Teil dieser Fasern verläuft in der Schicht der grossen Pyramidenzellen und bildet dort die unter der besonderen Benennung des Gennari'schen oder Baillarger'schen Streifens bekannte horizontale Faserschicht. Die Fasern des interradiären Flechtwerkes werden durch die Collateralen der Nervenfortsätze der Pyramidenzellen gebildet.

Die in den verschiedenen Schichten des Gehirnes ungleichmässig verbreitete Neuroglia besteht ebenfalls aus zwei Elementen, den Gliazellen und Gliafasern. Die die Neuroglia des Gehirnes betreffenden Untersuchungen wurden bisher vorwiegend mittelst der Golgi'schen Methode vorgenommen. Diese Methode weist folgende Formen von Gliazellen auf: Kurzstrahler (Taf. XXXVI, Gl_2), welche in der grauen Substanz liegen und deren Ausläufer sich reichlich teilen; Langstrahler (Gl_3), welche vorzugsweise in der weissen Substanz gelegen sind und feine, wenig verästelte Ausläufer besitzen; schliesslich bemerkt man an der Oberfläche der Hirnrinde baumförmige Gliagebilde, deren Ausläufer vorwiegend gegen die äussere Seite der Rinde gerichtet sind (Gl_1).

Die Methode Weigert's, welche vor allem die Gliafasern färbt, zeigt in der äussersten Schicht des Gehirnes eine dichte Rindenschicht, zusammengesetzt aus einem reichlichen Geflecht von Gliafasern, welche vorwiegend schief tangential verlaufen. In den tieferen Schichten der Grosshirnrinde sind die Neurogliafasern spärlich, in der Marksubstanz bilden sie dagegen wieder ein starkes Geflecht.

Kleinhirnrinde.

Die Schichten derselben sind im Gegensatze zu jenen der Grosshirnrinde deutlich und scharf voneinander abgegrenzt. (Taf. XXXVII und XXXVIII.)

Wir unterscheiden deren drei:

Die innerste, der Marksubstanz unmittelbar anliegende Schicht ist:

1. Die granulierte Schicht (Körnerschicht), welche zwei Arten von Nervenzellen enthält:

a) Die kleinen Körnerzellen bilden den weit überwiegenden Bestandteil dieser Schicht. Es sind dies sehr kleine, multipolare Nervenzellen, welche einige kurze, am Ende krallen-

artig sich teilende Dendriten und einen feinen Nervenfortsatz abgeben. Dieser letztere tritt senkrecht gegen die Oberfläche ein und teilt sich in der äusseren (grauen) Schicht Tförmig in zwei Äste, welche parallel der Oberfläche längs der Windungen verlaufen und daselbst frei enden. Die Zeichnungen Figg. 195 und 196 geben ein klares Bild ihres Verhaltens.

b) Die grossen Körnerzellen sind ebenfalls multipolare, jedoch bedeutend grössere Zellen, deren Dendriten und Nervenfortsätze in ganz entgegengesetzten Richtungen, wie jene der kleinen Körnerzellen verlaufen. Sie senden namentlich ihren Nervenfortsatz in die Körnerschicht, wo sich derselbe sehr reichlich teilt und zahlreiche Collateralen abgiebt, welche an den Körnerzellen endigen; die Dendriten treten dagegen überwiegend in die äusserste d. i. die molekulare Schicht ein.

In dieser Schicht finden wir zwischen den genannten Zellen ein Geflecht markhaltiger Fasern, welche diese Schicht durchdringen, indem sie teils in der Richtung von der weissen Substanz zur äussersten Schicht, teils, den Zellen der mittleren Schicht entstammend, gegen das Mark zu verlaufen.

Fig. 196.

Schematischer Längsschnitt durch die Windung der Kleinhirnrinde. Nach v. Kölliker.

P = Purkinje'sche Zellen; *p* = Neurit der Purkinje'schen Zelle; *K* = Körnerzelle; *N* = Neurit einer Körnerzelle; *Th* = Teilungsstelle eines solchen Neurits.

2. Die mittlere, sog. gangliöse Schicht bilden die sog. Purkinje'schen Zellen. Diese zu einer Lage aneinandergereihten Zellen besitzen grosse, birnförmige Zellkörper, welche gewöhnlich einen oder zwei Dendriten in der Richtung gegen die molekulare Schicht abgeben. Sie unterliegen einem sehr reichlichen Zerfall in zahlreiche Äste, welche sich wieder verzweigen

und beinahe bis zur Oberfläche selbst reichen. Auf diese Art entsteht ein sehr reichlich verästelter Baum, welcher dadurch charakterisiert ist, dass die Äste in einer einzigen Ebene, welche quer zur Längsrichtung der Kleinhirnwindungen steht, sich ausbreiten. Deshalb stellen uns die Querschnitte der Windungen die ganze reichliche Verästelung dar, während dies bei den Längsschnitten derselben nicht der Fall ist. Der Reichtum und das Verhalten des ganzen Astwerkes tritt uns vor allem in den mittelst der Golgi'schen Methode angefertigten Präparaten entgegen (vergleiche Figg. 195 und 196).

Der Nervenfortsatz, welcher von der entgegengesetzten Seite der Zelle austritt, nimmt seinen Weg in die Marksubstanz und entsendet während seines Verlaufes durch die Körnerlage Collateralen, welche sich daselbst verästeln, zum Teil aber bis in die Molekularlage zurücklaufen.

3. Die äusserste sog. molekulare Schicht weist zwei Arten von Nervenzellen auf:

Die einen, welche grösser sind, gehören vorwiegend den tieferen Gegenden der Molekularschicht an. Es sind dies multipolare Zellen, welche mehrere Protoplasmafortsätze meist nach aussen und einen Nervenfortsatz in die Querrichtung der Windungen entsenden. Dieser letztere verläuft parallel zur Grenze der Molekular- und Körnerschicht und giebt in gewissen Zwischenräumen einige Äste ab, deren jeder sich verzweigt und den Körper der Purkinje'schen Zelle korbartig umspinnt. Deshalb umfassen wir diese Zellen unter der Benennung Korbzellen. Ein Nervenfortsatz derselben verbindet mehrere Purkinje'sche Zellen.

Die anderen sind kleine multipolare Zellen, welche vorwiegend in der äusseren Hälfte der Molekularschicht liegen.

Neben den Nervenzellen, welche wir eben kennen gelernt haben, finden wir in der Rinde auch Nervenfasern, deren überwiegender Teil markhaltig ist und welche in bedeutender Anzahl in das Mark eintreten.

Die weisse Substanz oder das Mark des Kleinhirnes besteht aus markhaltigen Nervenfasern. Ihren Bestandteil bilden die Nervenfortsätze der Purkinje'schen Zellen, welche in dieselbe von der Kleinhirnrinde eintreten, sowie Fasern, welche von entfernten Nervenzellen herrühren und in der Rinde endigen. Wahrscheinlich haben wir es mit sensiblen centripetalen Endfasern zu thun, von denen ein Teil selbständig in der Molekularschicht endigt, ein anderer dagegen an den Hauptfortsätzen

der Dendriten der Purkinje'schen Zellen emporklettert, daher ihre Benennung „Kletterfasern“. Die durch Ramón y Cajal als eine besondere Faserform hier einbezogenen Moosfasern scheinen bloss ein Entwickelungsstadium der vorbenannten darzustellen (v. Kölliker). Diese letzteren Fasern, welche peripheriewärts bloss zur Körnerschicht reichen, haben die charakteristische Eigentümlichkeit, dass sie an den Enden und Teilungspunkten moosartige Anschwellungen zeigen.

Was die Neuroglia betrifft, so weist auch hier die Golgische Methode Gebilde auf, welche jenen in der Grosshirnrinde ähnlich sind. Wir finden hier nämlich mit ihren Verästelungen gegen die Oberfläche gerichtete baumförmige Zellen, deren Körper an der Grenze der Körner- und Molekularschicht liegt; wir finden überdies Kurzstrahler in der grauen und Langstrahler in der weissen Substanz. (Fig. 195.)

Die Methode Weigert's überzeugt uns, dass die Gliafasern in der äussersten Schicht kein dichteres und reichlicheres Geflecht bilden, wodurch sich diese Schicht von solchen Partien des Rückenmarkes und der Grosshirnrinde unterscheidet. Dagegen sieht man in der Molekularschicht radiäre Fasern von der Oberfläche in die Tiefe strahlen. Überdies finden sich spärliche quere Fasern vor, welche manchmal in der Gegend der Purkinje'schen Zellen etwas reichlichere Faseranhäufungen bilden. In der Körnerschicht kommen Gliazellen nur so spärlich vor, dass sie manchmal beinahe ganz zu fehlen scheinen, dagegen treten sie in der Marksubstanz in Form von Neurogliageflechten reichlich auf.

Hüllen des Zentralnervensystems.

Wir unterscheiden deren sowohl am Gehirn wie am Rückenmark drei: die am meisten nach aussen gelegene Dura mater, sodann die Arachnoidea und die am meisten nach innen gelegene Pia mater.

Die harte Rückenmarkshaut (Dura mater spinalis) stellt sich als eine aus Bindegewebsbündeln bestehende und feine elastische Fasern enthaltende Membran dar. Ihre beiden Flächen sind mit einer Lage platter Epithelzellen ausgekleidet.

An der harten Hirnhaut (Dura mater cerebralis) können wir zwei Schichten unterscheiden:

a) die innere, welche ihrer Bedeutung und ihrem Bau nach der harten Rückenmarkshaut entspricht und

b) die äussere, welche die Aufgabe des Periosts an der inneren Schädelfläche erfüllt und in welcher die in zwei Schichten gelagerten Fasern sich gegenseitig kreuzen.

Die Innenfläche der Dura mater cerebri soll nach Luschka mit einer doppelten Lage von Pflasterepithel bedeckt sein.

Die Dura mater ist arm an Gefässen mit Ausnahme der äusseren Schicht der Dura mater cerebralis, welche zahlreiche Gefässe enthält, die sie zum grossen Teil an die Schädelknochen abgiebt.

Nach einigen Autoren sind die feinen Spalträume, welche sich durch Einstich injicieren lassen, als Saftbahnsystem zu betrachten, welches wenigstens teilweise von Plattenepithel begrenzt ist und mit dem Subduralraum kommuniziert.

Von Nerven, deren die Dura mater cerebralis im Gegensatze zur Dura mater spinalis viele enthält, endigen einige in der Dura selbst (Nervi proprii), andere in den Gefässen derselben.

Die Nervi proprii zerfallen in zahlreiche Endästchen, welche mit knopfförmigen Verdickungen zwischen den Epithelzellen der inneren Fläche der Dura frei endigen sollen. (Acquisto und Pusateri.)

Die Arachnoidea ist eine dünne, aus netzförmig vereinigten Bindegewebsbündeln zusammengesetzte und feine elastische Fasern enthaltende Membran, welche an den beiden freien Flächen von einer Schicht platter Epithelzellen ausgekleidet ist. Sie entsendet von ihrer inneren Fläche zahlreiche bindegewebige Bälkchen und Blätter, welche den Subarachnoidalraum durchsetzen, mit der innersten Hülle d. i. der Pia mater sich verbinden und ebenfalls mit Epithel überkleidet sind.

Die Arachnoidea besitzt weder eigene Gefässe noch eigene Nerven.

An gewissen Stellen, z. B. zu beiden Seiten des Sinus sagittalis superior, sitzen an der Aussenfläche der Arachnoidea zottenförmige, oft gestielte, gefässlose Auswüchse, welche die an dieser Stelle verdünnte innere Lamelle der Dura mater ausstülpen und in das Lumen des venösen Sinus hineinragen. Es sind dies die sog. Granulationes arachnoidales (Pacchioni).

Die innerste Hülle, die sog. Pia mater, ist eine äusserst feine bindegewebige Membran, welche der Aussenfläche des Rückenmarkes und Gehirnes anliegt, indem sie sich allen Erhabenheiten und Vertiefungen dicht anschmiegt.

Sie bildet im Rückenmark das Septum longitudinale anterius.

In der Pia mater des Rückenmarkes sind zwei Lagen zu unterscheiden: die äussere entspricht mit ihrem Bau der Arachnoidea, deren Bälkchen in dieselbe übergehen; die innere Lage (Intima pia) weist einen ringförmigen Verlauf der Bindegewebsbündel auf.

Die Pia mater des Gehirns entspricht eigentlich bloss der inneren Lamelle, d. i. der Intima pia des Rückenmarkes.

Die Pia mater enthält sehr viele Gefässe, teils eigene (vorzüglich im Plexus chorioideus), teils solche, welche für das Gehirn und Rückenmark bestimmt sind. Die Gefässe der Pia mater spinalis verlaufen zwischen ihren beiden Blättern. Die Pia mater entsendet in die Substanz des Rückenmarkes und Gehirnes, samt den Gefässen, bindegewebige trichterförmige Fortsätze (Pialtrichter).

Zur Pia mater gelangen zahlreiche feine Nerven, teils vom Sympathicus, teils von den Cerebrospinalnerven, welche für die Gefässe bestimmt sind und sogar mit denselben in das Rückenmark und Gehirn eintreten.

Die Telae choriodeae und Plexus choriodei sind Gebilde, welche aus der Pia mater und dem Ventrikelepithel zusammengesetzt sind. Dementsprechend bestehen sie aus einer bindegewebigen Haut, welche sehr zahlreiche Gefässe enthält, und aus einer Lage kubischen Epithels, welches bei Embryonen Flimmerhaare besitzt. Diese Epithellage entspricht der äusserst verdünnten Gehirnwand. Die Plexus besitzen keine Nerven.

Blutgefässe des Zentralnervensystems.

Die Blutgefässe des Rückenmarkes verhalten sich nach Untersuchungen von H. Kadyi folgendermassen:

Die zum Rückenmarke längs der Nervenwurzeln gelangenden Arterienstämmchen (Art. radicales anteriores et posteriores) verzweigen sich reichlich in der Pia mater und sind miteinander durch zahlreiche Anastomosen verbunden. Man kann neun längsverlaufende Anastomosenketten unterscheiden, von denen die vordere unpaarige (Tractus arteriosus anterior medullae spinalis) am stärksten ist und als Fortsetzung der Art. spinalis anterior erscheint. Von diesem Tractus entspringt eine Reihe von (circa 200) Arterienzweigen, welche innerhalb des vorderen Pialfortsatzes in die Tiefe der Fissura mediana anterior dringen und entweder rechts oder links umbiegend in der betreffenden Säule der grauen Substanz sich verzweigen (Arteriae centrales).

Aus den übrigen Teilen des arteriellen Netzes der Pia mater dringen allenthalben zahlreiche kleinere und ganz kleine Arterienzweige zunächst in die weisse Substanz ein (periphere Arterien). Ihre Verzweigungen reichen hie und da bis in die graue Substanz, wie auch umgekehrt manche Zweige der Zentralarterien aus der grauen Substanz in die weisse heraustreten. Sowohl die zentralen als auch die peripheren Arterienzweige der Rückenmarksubstanz gehen untereinander keine Anastomosen ein, im Gegensatze zu den netzbildenden Arterienverzweigungen der Pia mater; die in die Rückenmarksubstanz eingedrungenen Arterienzweige sind also Endarterien im Sinne Cohnheim's. Die Kapillargefässe des Rückenmarkes bilden überall Netze mit mehr oder weniger in der Richtung der Längsachse des Rückenmarkes längsgezogenen Maschen. In der weissen Substanz sind die Kapillarnetze viel weniger dicht als in der grauen, und in der letzteren am dichtesten innerhalb der Ganglienzellengruppen.

Die Venen des Rückenmarkes folgen in ihrem Verlaufe den Arterien ebensowenig im Inneren des Rückenmarkes, wie auch auf der Oberfläche. Die Zentralvenen sind verhältnismässig schwächer entwickelt als die Zentralarterien und hängen im Inneren des Rückenmarkes durch verschiedene stark entwickelte Anastomosen mit den peripheren Venen zusammen. An der hinteren Rückenmarksoberfläche findet man viel mächtigere venöse Netze als vorne. Von den Venennetzen der Pia mater fliesst das Blut durch vordere und durch hintere Wurzelvenen ab.

Im Grosshirn und Kleinhirn treffen wir im allgemeinen dort zahlreichere und dichtere Kapillarmaschen an, wo sich grössere Anhäufungen von Ganglienzellen (graue Substanz) vorfinden. (Figg. 197 u. 198.) Es zerfallen demnach in der Rinde die Arterien in ein sehr engmaschiges Kapillarnetz, welches beim Übergang in die Marksubstanz minder dicht wird und in der Richtung des Verlaufes der Nervenfasern gewöhnlich langgestreckt ist.

Den bereits erwähnten Subdural- und Subarachnoidalraum kann man als Lymphräume betrachten, wozu unter anderen auch der Umstand berechtigt, dass diese Räume mit den Lymphgefässen der Nasenschleimhaut und mit den Lymphbahnen der peripherischen Nerven zusammenhängen. Überdies ist jedes Blutgefäss sowohl im Mark wie im Rückenmark von einem perivasculären Raum umgeben, welcher als Lymphraum anzusehen ist.

2. Peripherisches Nervensystem.

A. Nerven.

Die cerebrospinalen Nerven bestehen fast ausschliesslich bloss aus markhaltigen Nervenfasern, welche immer durch lockeres Bindegewebe zu Bündeln vereinigt sind.

An diesem Bindegewebe unterscheidet man eine Schicht, welche von aussen den ganzen Nerv umfasst; dieselbe heisst Epineurium. (Fig. 199.) Von dieser Schicht treten in das

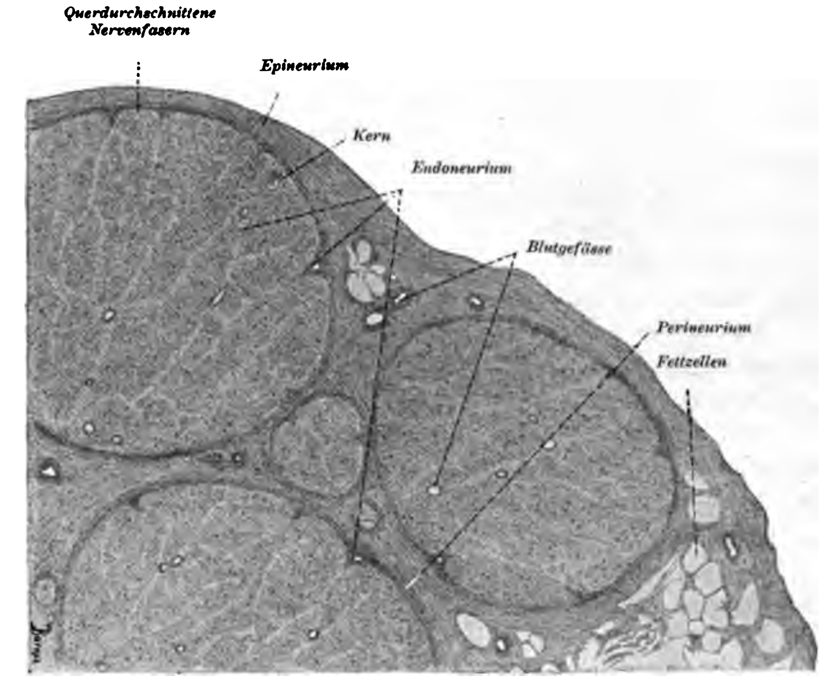


Fig. 199.

Teil eines Querschnittes des Nervus tibialis ant. eines 30jährigen Weibes.
76 mal vergrössert.

Innere des Nerven bindegewebige Fortsätze zwischen die einzelnen, am Querschnitt runden Bündel (sog. sekundäre Bündel) ein und umgeben sie mit konzentrischen Lamellen. Die Menge dieser letzteren nimmt zu mit der Dicke der von den Lamellen umkreisten Bündel. Diese Lamellen sind von der inneren Fläche mit einer Schicht glatter Zellen ausgekleidet, deren Grenzen sich mit Silbernitrat gut färben lassen.

Dieses Bindegewebe, welches die einzelnen Bündel voneinander trennt, bildet das sog. Perineurium. (Fig. 199.) Von demselben treten in das Innere der Nervenfaserbündel bindegewebige Septa, als sog. Endoneurium ein, welches diese Bündel in kleinere, primäre Bündel, an den Querschnitten von unregelmässiger Gestalt teilt und den Endoneuralscheiden (Henle'sche Scheiden) für einzelne Nervenfasern den Ursprung giebt (S. 107). Das Epi- und Perineurium enthält im Gegensatze zum Endoneurium elastische Fasern und Gruppen von Fettzellen.

Wenn der Nerv sich der Stelle, an welcher er sein Ende finden soll, nähert, zerfällt er in immer feinere Zweige. Die aus einem einfachen Bündel bestehenden Zweige sind ringsum von der lamellösen Scheide umgeben; schliesslich besitzen die einzelnen Fasern, wenn der Nerv in dieselben zerfällt, Henle-sche Hüllen.

Die sympathischen Nerven bestehen entweder bloss aus marklosen Nervenfasern, oder es ist denselben eine gewisse Menge von markhaltigen Fasern beigemengt. Sie sind ebenfalls bündelweise angeordnet und durch Bindegewebe verbunden.

Das letztere ist gleichzeitig der Träger der Blutgefässe, welche innerhalb des Peri- und Endoneuriums in langgestreckte Kapillarnetze zerfallen.

Wir finden innerhalb der Bündel von Nervenfasern keine eigentlichen Lymphgefässe; dieselben sind hier durch die zwischen den einzelnen Nervenfasern, sowie zwischen den Lamellen des Perineuriums bestehenden Spalträume vertreten.

Zu den Nervenstämmen gelangen auch Nervenfasern (Nervi nervorum), welche zum Teil in Gefässen (W. Krause), zum Teil im Bindegewebe endigen (Prus).

B. Ganglien.

Ganglien nennen wir kleinere oder grössere, peripher liegende Anhäufungen von Nervenzellen (Ganglienzellen), welche in den Verlauf der peripherischen Nerven eingeschaltet sind.

Das Ganglion besteht aus Gruppen von Ganglienzellen und Bündeln von Nervenfasern, welche sowohl zu als auch von den Ganglien ziehen.

Von den mit den Ganglien im Zusammenhange stehenden Nerven geht auf die ersteren eine bindegewebige Hülle über (Perineurium), welche zwischen die einzelnen Ganglienzellen Fortsätze entsendet und Träger von Blutgefässen ist. Die aus dem

Zerfalle der Arterien entstandenen zahlreichen Kapillaren umflechten die einzelnen Zellen.

Unter den Ganglien können wir bezüglich des Baues zwei Typen unterscheiden: den Typus der **Spinalganglien** und den Typus der **sympathischen Ganglien**.

Die **Spinalganglien** enthalten, wie wir bereits (S. 95) bemerkten, bei niederen Wirbeltieren (Fische), ähnlich wie bei Embryonen höherer Wirbeltiere bipolare, dagegen bei erwachsenen höheren Wirbeltieren vorwiegend unipolare oder eigentlich pseudo-

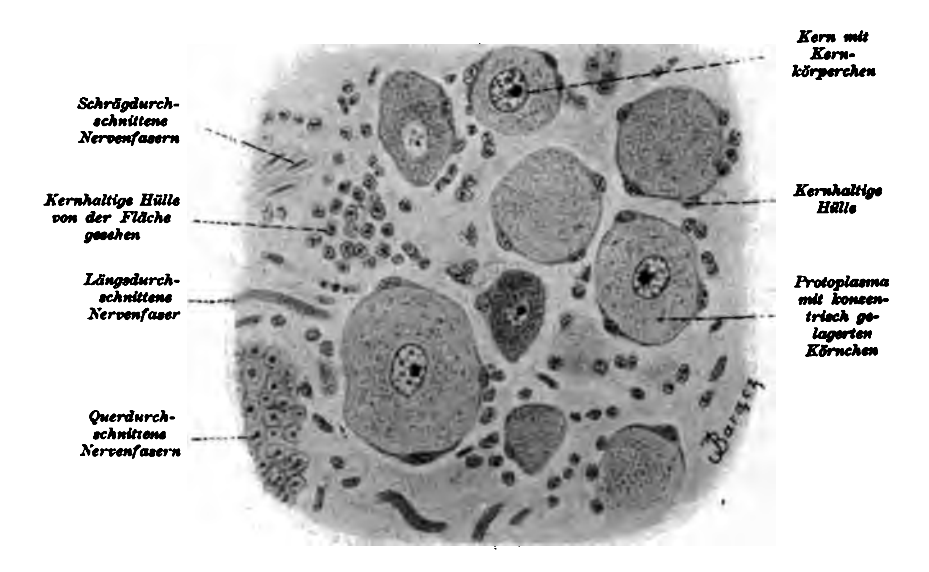


Fig. 200.

Aus einem Querschnitte eines Spinalganglions des Kaninchens.

Ca. 400 mal vergrössert.

unipolare Zellen, da die letzteren aus bipolaren entstanden sind. Die bipolaren sind in den letztgenannten Ganglien sehr selten.

Der gewöhnlich grosse Zellkörper (ca. 40—70 μ Durchmesser) beherbergt einen grossen bläschenförmigen Kern mit distinktem Kernkörperchen (Fig. 200); derselbe kann überdies gelbbraune Pigmentkörnchen enthalten.

Die Zellen sind von einer kernhaltigen Kapsel umgeben, welche wahrscheinlich nichts anderes ist als eine Fortsetzung der **Schwann'schen** Scheide und aus einer Lage platter Zellen (Bindegewebszellen) zusammengesetzt ist. (Fig. 200.)

Das Verhalten des von der Zelle entspringenden Fortsatzes und der durch die Teilung desselben entstandenen Äste kann verschieden sein, wie dies die mittelst spezieller Methoden angestellten Untersuchungen der letzten Jahre (Ramón y Cajal, Dogiel) darthun. Die Resultate dieser Untersuchungen können kurz auf folgende Weise dargestellt werden:

Vor allem können wir innerhalb der Spinalganglien zwei Arten von Ganglienzellen unterscheiden:

Die eine, in welcher sich der Zellausläufer T- oder Y-förmig in zwei oder drei Äste teilt, welche in entgegengesetzten Richtungen auseinandergehen und ausserhalb des Gebietes des Ganglions weiter verlaufen (I. Typus). Diese Äste erhalten vorwiegend eine Markscheide.

Die zweite Art von Ganglienzellen, deren Fortsatz in zahlreiche Äste zerfällt, welche das Gebiet des Ganglions nicht überschreiten und daselbst endigen (II. Typus). Sie zerfallen nämlich in ein Geflecht rings um die kernhaltigen Hüllen der Zellen des I. Typus. Von diesem Geflecht verlaufen feine Äste, welche die Hülle durchsetzen und die Zelle selbst umflechten (pericellulares Geflecht).

Eine Zelle des II. Typus tritt gewöhnlich in ein Verhältnis mit mehreren Zellen des I. Typus; an dem Geflecht rings um eine Zelle des I. Typus nehmen mehrere Zellen des II. Typus teil.

Neben den bereits beschriebenen Nervenelementen bilden einen Bestandteil der Ganglien Endigungen der Nervenfasern, welche von Nervenzellen der sympathischen Ganglien herrühren. Diese Fasern zerfallen in feine Verästelungen, welche sich rings um Zellen lagern, die Hülle der Zelle durchdringen und in ein pericellulares Geflecht sich auflösen. Diese sympathischen Fasern treten in Beziehungen vor allem zu Zellen des II. Typus und durch deren Vermittlung zu Zellen des I. Typus.

Denselben Bau wie die Spinalganglien haben auch das Ganglion Gasseri, Ganglion jugulare und der Plexus nodosus n. vagi, das Ganglion petrosum n. glosso-pharyngei und Ganglion geniculi n. facialis.

Das Ganglion spirale cochleae und Ganglion vestibulare unterscheiden sich von den Spinalganglien dadurch, dass ihre Ganglienzellen bipolar sind.

Die sympathischen Ganglien enthalten multipolare Ganglienzellen, welche kleiner sind als jene der Spinalganglien (13—40 μ Durchmesser), oft zwei Kerne und Pigmentkörnchen

aufweisen und nach aussen, gleich den Spinalganglienzellen, von einer kernhaltigen Hülle umgeben sind.

Diese Zellen geben einen Nervenfortsatz ab, welcher ohne eine Markscheide zu erhalten, in eine Remak'sche Faser übergeht oder aber markhaltig wird und peripheriewärts zu seinem Bestimmungsort verläuft. Alle diese vom Nervenfortsatz der sympathischen Zellen ihren Ursprung nehmenden Fasern sind als cellulifugale anzusehen. Sie finden ihr Ende teils an den glatten Muskeln der Darmwand, der Gefässe, der Arrectores pilorum, der Iris, des Corpus ciliare etc., teils in den Schleimhäuten und in den Drüsen (Leber, Niere etc.), wo sie die sekretorische Funktion beeinflussen sollen.

Die Dendriten, deren die sympathischen Zellen mehrere besitzen, sind kurz; sie verästeln sich jedoch reichlich und bilden an ihren Enden feine Büschel und Geflechte, welche manchmal andere Zellen korbartig umfassen. Neben den Zellen finden wir in dem sympathischen Ganglion zum Teil markhaltige, zum Teil dagegen marklose Nervenfasern. Von diesen entspringen die einen von den Zellen des Ganglions selbst, wie wir dies eben beschrieben haben, andere sind dagegen markhaltige cerebrospinale Fasern, welche durch die Rami communicantes zum Sympathicus übergehen. Es sind dies teils sensible, teils motorische Fasern. Die sensiblen gelangen zur Peripherie, um dort zu endigen, die motorischen enden dagegen in den sympathischen Ganglien, wo sie um die Ganglienzellen herum ein circumcellulares Geflecht bilden. Auf diese Art werden die sympathischen Zellen von den cerebrospinalen motorischen Fasern beeinflusst. Die sympathischen Nervenzellen selbst aber entsenden ihren Neurit zur Peripherie, wo derselbe frei endet, so dass wir diese cerebrospinalen Fasern als motorische Fasern erster Ordnung, den sympathischen Nervenfortsatz dagegen als motorische Faser zweiter Ordnung betrachten können.

Man kann nicht unerwähnt lassen, dass in den sympathischen Ganglien, vor allem der Amphibien, unipolare Zellen ohne Dendriten vorkommen. Der gerade Fortsatz dieser Zellen ist als Nervenfortsatz anzusehen. Die Spiralfaser, welche sich rings um den Nervenfortsatz windet, verästelt sich und umfasst mit einem Endgeflecht korbartig die Ganglienzellen. Diese Spiralfaser muss demnach als das Ende einer vom Zentrum kommenden Faser, deren Zelle an einem anderen Orte liegt, aufgefasst werden.

Hier tritt demnach dasselbe Verhältnis ein, wie wir es bei

anderen sympathischen Ganglienzellen beschrieben haben. Die Spiralfaser und der Endkorb entspricht den motorischen Fasern erster Ordnung, der gerade Nervenfortsatz dagegen der motorischen Faser zweiter Ordnung.

Dem Typus der sympathischen Ganglien sind das Ganglion ciliare, sphenopalatinum, oticum und submaxillare beizuzählen.

C. Nervenendigungen.

Die Nervenendigungen sind die letzten Enden einzelner Neurone. Dieselben bilden Apparate, welche die Bestimmung haben, das Nervensystem mit anderen Organen und Geweben in Verbindung zu bringen und den Einfluss des ersteren auf die letzteren zu vermitteln oder innerhalb des Nervensystems selbst den Zusammenhang einzelner Kettenglieder oder Neurone untereinander zu erhalten. Wir unterscheiden dem Baue nach:

a) Freie Nervenendigungen, wo die letzten, oft stark verästelten Nervenenden direkt (ohne Mitwirkung anderer Gewebe) Eindrücke aufnehmen oder Impulse abgeben.

b) Nervenendigungen in Verbindung mit besonderen, eigentümlich gebauten Endapparaten (Endkörperchen oder Terminalkörperchen). Hier bilden die Nervenenden erst im Zusammenhange mit anderen Geweben ein empfindliches Ganze. Diese Endapparate entstehen nach neueren Untersuchungen (Szymonowicz) in der Weise, dass die Nervenfaser in ein anderes Gewebe hineinwächst, welches auf dieses Einwachsen des Nerven spezifisch reagiert, indem es einer besonderen Differenzierung unterliegt.

Überdies können wir die Nervenendigungen je nach dem Gewebe, in welchem sie angetroffen werden, unterscheiden. Wir finden Nervenendigungen:

I. im Epithelgewebe, II. im Bindegewebe, III. im Muskelgewebe, IV. im Nervengewebe.

Schliesslich könnte man die Nervenendigungen vom physiologischen Standpunkte aus betrachten. Hier haben wir jedoch mit unüberwindlichen Schwierigkeiten zu kämpfen. Eine Einteilung der Nervenendigungen nach ihrer Bestimmung lässt sich vorläufig nicht durchführen, so lange wir den anatomischen Unterschied zwischen den zentripetalen und zentrifugalen Nervenfasern nicht kennen. So können wir z. B. bei den Drüsen nicht apodiktisch behaupten, welche Endigungen sekretorisch und welche sensibel sind. Auch die Einteilung der sensiblen Endi-

gungen nach der Fähigkeit des Percipierens der einzelnen Gefühlsarten (Temperatur, Druck, Schmerz) glückte bisher nicht.

In unserer Beschreibung der Nervenendigungen werden wir uns an die Gewebe halten, in welchen dieselben angetroffen werden, und beginnen mit den intraepithelialen.

I. Intraepitheliale Nervenendigungen.

In erster Linie unterscheiden wir hier freie Nervenendigungen (Fig. 201), welche vor allem das mehrschichtige Epithel der Schleimhäute, der Hornhaut und der Epidermis reichlich innervieren. Die Nervenfasern verlaufen in Bündeln innerhalb des tiefer liegenden Bindegewebes bis zur Grenze des Epithels, verlieren ihre Scheiden und die nackten Achsencylinder überschreiten

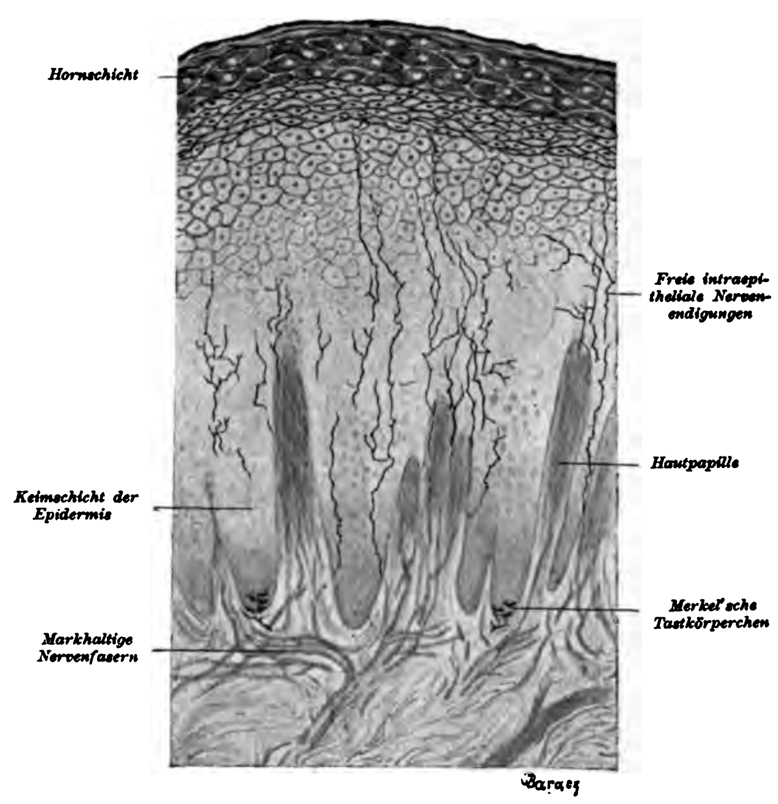


Fig. 201.

Senkrechter Schnitt durch die Haut des Schweinerüssels, welche freie intraepitheliale Nervenendigungen und Merkel'sche Tastkörperchen enthält.
Mit Goldchlorid gefärbt. Ca. 300 mal vergrössert.

die Grenze des Epithels und zerfallen in feine Äste, von welchen einige tangential sich abzweigen und weiter verästeln. Solche Fasern rücken manchmal bis zu den äusseren Schichten des Epithels (in der Epidermis bis zum Stratum granulosum) vor, manchmal biegen sie dagegen wieder gegen die tieferen Schichten um, wo sie frei endigen (Harnblase, Retzius). Die Enden der Nervenfasern zeigen oft Verdickungen in Form von Knötchen. Die Verdickungen, sog. Varikositäten im Verlaufe der Fasern, sind dagegen als durch die Präparationsmethoden hervorgerufene Kunstprodukte oder als postmortale Veränderung zu betrachten.

Den freien intraepithelialen Nervenendigungen kann man auch die Endigungen in den Drüsen beizählen. Wie die Forschungen der letzten Jahre gezeigt haben, endigen hier die Nerven an der Oberfläche der Drüsenzellen, treten aber nie in dieselben ein, wie dies früher vermutet wurde. Manchmal sind die letzten Enden, welche der Aussenfläche der Zellen anliegen, verdickt und abgeplattet. Über die Einzelheiten siehe die betreffenden Abschnitte über die Drüsen.

Sodann finden wir innerhalb des Epithels Nervenendigungen in Form von Endkörperchen und namentlich sog. Merkelschen Körperchen. (Figg. 201, 202 u. 203.) Dieselben sind am reichlichsten im Schweinerüssel und in der äusseren Wurzelscheide der Tasthaare vertreten. Wir finden namentlich in den tiefsten Schichten der Epidermis Zellen, welche sich von anderen Epithelzellen unterscheiden, indem sie grösser und heller sind und einen grossen, bläschenförmigen Kern besitzen. Mittelst spezieller Methoden, welche nur die Nerven veranschaulichen, z. B. der Vergoldungsmethode (Fig. 203) und Methylenblaufärbung, kann man sich überzeugen, dass zu den sog. Merkelschen Tastzellen Nervenfasern herantreten, welche an der Grenze des bindegewebigen und epithelialen Teiles der Haut ihre Scheiden verloren haben und an ihrem Ende Verdickungen in Form von schalenförmigen Gebilden, den sog. Tastmenisci aufweisen. Ein jeder Meniscus legt sich mit der konkaven Seite an die Tastzelle dicht an. Die Tastmanisci liegen gewöhnlich an der unteren Fläche der Zellen, so dass die herantretende Nervenfaser mit dem Meniscus und der Zelle lebhaft an das Bild einer Eichel mit Stiel, Fruchtbecher und Nuss erinnert. Diese Tastzellen sind ihrer Entwickelung nach als modifizierte epitheliale Zellen zu betrachten. Ihre Differenzierung wird durch das Heran-

treten einer Nervenfaser an die Epithelzellen veranlasst (Szymonowicz).

In der Mitte zwischen der ersten und zweiten Form, d. i. zwischen den intraepithelialen freien Nervenendigungen und den Nervenendigungen mittelst der Merkel'schen Tastzellen, stehen die intraepithelialen Endigungen in der Zunge der Frösche. Nach der Beschreibung Bethe's stehen dort die Nervenfasern mit verbreiterten Endplatten mit besonders charakterisierten Epithelzellen in Berührung. Hierher gehören auch die Nerven-

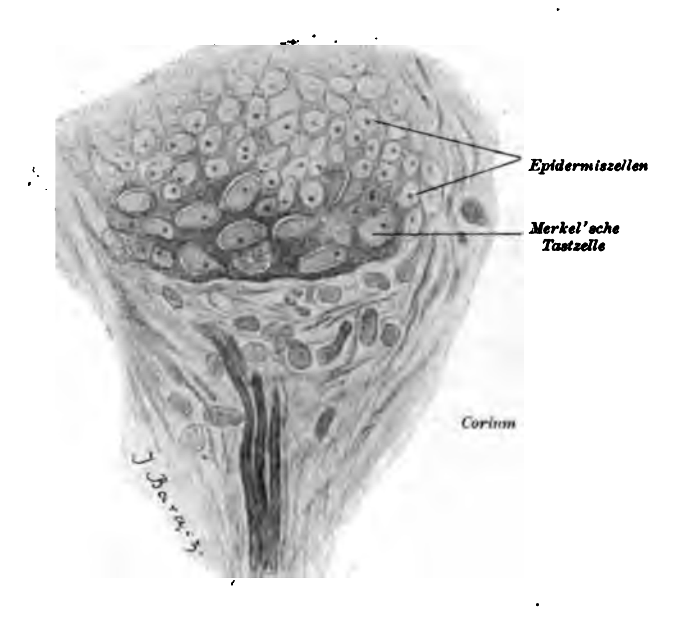


Fig. 202.

Aus einem senkrechten Schnitte durch die Haut des Schweinerüssels.

Im Corium sieht man drei markhaltige Nervenfasern nach oben ziehen; in der Epidermis liegen mehrere Merkel'sche Tastkörperchen. Ca. 450 mal vergrössert.

endigungen in der Schnauze des Maulwurfs (Eimer'sches Organ). Die Nervenfasern dieses Organes treten vermittelst seitlich abstehender Knöpfchen mit einer Reihe von modifizierten Epithelzellen in Verbindung. Es gehören ferner hieher die Nervenendigungen in den Geschmacks-, Gehör- und Sehorganen, da in denselben die verästelten und verdickten Enden der Nerven in Kontiguität mit differenzierten Epithelzellen, den sog. Sinneszellen (Neuroepithelzellen) stehen. Anders sind die Verhältnisse bei dem Geruchsorgan (worüber später).

II. Nervenendigungen im Bindegewebe.

Auch hier wurden freie Endigungen an vielen Körperstellen vorgefunden. Die Nervenfaser verliert innerhalb des Bindegewebes ihre Scheide und der nackte Achsencylinder zerfällt in mehr oder minder zahlreiche und feine Ästchen. Solche Endigungen wurden festgestellt in den Sehnen (Golgi, Cattaneo, Ciaccio u. a.), wo die reichlich verästelten Achsencylinder zwischen die Sehnenbündel eintreten und daselbst frei endigen, ferner in der Haut knapp unter der Basalmembran, an der Grenze der Epidermis und der Lederhaut (Ranvier, Szymonowicz), im Endokard (v. Smyrnow), an der Glashaut der Haarbälge (Figg. 205 u. 206), im Ciliarkörper, in der Lunge und an anderen Stellen.

Die freien Endigungen solcher Nerven erscheinen zuweilen in Form von ausgezackten Endplättchen z. B. in der Hornhaut (Dogiel).

Die Endigungen der Nerven in Form kleiner, ins Bindegewebe eingelagerter Körperchen können verschieden gestaltet sein.

Die erste Art dieser Endigungen bilden die sog. Grandry-schen Körperchen, die eine gewisse Ähnlichkeit mit den Merkel'schen Tastzellen haben. (Fig. 207.) Die Grandry'schen Körperchen sind verhältnismässig gross, denn ihr Durchmesser beträgt ca. 50 μ. Dieselben sind mit einer bindegewebigen Hülle umgeben, innerhalb welcher sich Tastzellen und eine, das letzte Ende der Nervenfaser darstellende Tastscheibe befinden. Die Nervenfaser verliert ihre Scheiden an der Stelle, an welcher sie die bindegewebige Hülle durchdringt und erweitert sich als nackter Achsencylinder in die Tastscheibe, ohne der Teilung zu unterliegen, oder zerfällt in zwei bis vier Ästchen, deren jedes sich abplattet und eine Scheibe bildet. Jede dieser letzteren grenzt beiderseits an platte Tastzellen. Hieraus folgt, dass wir in Körperchen, welche

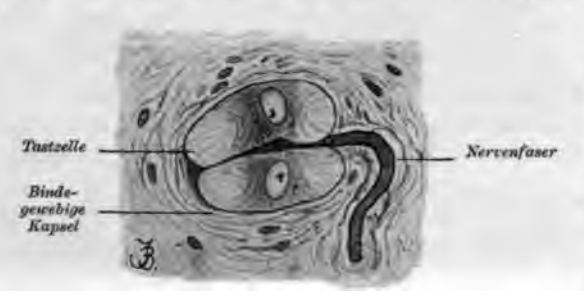


Fig. 207.

Ein aus zwei Tastzellen und einer Tastscheibe zusammengesetztes Grandry'sches Tastkörperchen; aus einem senkrechten Schnitt durch die Wachshaut des Oberschnabels einer Ente.

Ca. 400 mal vergrössert.

eine Scheibe besitzen, zwei Tastzellen, welche in ihrer Form an runde Laibe Brot erinnern, dagegen in Körperchen mit zwei Scheiben drei Tastzellen, in Körperchen mit drei Scheiben vier Tastzellen u. s. w. vorfinden. Die grössten Körperchen im Entenschnabel enthalten vier Scheiben und fünf Tastzellen. Die Tastscheiben sind am Rande dünner, als in der mittleren Partie. In den Tastscheiben kann man bei Anwendung spezieller Methoden Primitivfibrillen bemerken, welche in der Scheibe an der Stelle fächerförmig auseinandergehen, an welcher der Achsencylinder in die Tastscheibe übergeht. Die Tastscheiben und Tastzellen liegen parallel zur Aussenfläche der Haut. Die Tastzellen weisen innerhalb der zentralen Partie des Protoplasmas Fäserchen auf, welche bogenförmig gestaltet mit ihrer konvexen Seite dem in der Mitte liegenden Kerne zugewendet sind. Die Grandryschen Tastkörperchen finden sich vor allem bei den Schwimmvögeln (Ente, Gans etc.) in der Cutis der Wachshaut des Schnabels und in der Zunge vor. Die Tastzellen der Grandry'schen Nervenkörperchen sind bindegewebigen Ursprungs, wie dies die Untersuchungen über die Entwickelung dieser Körperchen darthun (Szymonowicz). Es ist demnach der Ursprung dieser Tastzellen und der Merkel'schen Tastzellen ganz verschieden.

Die übrigen Arten der Nervenendkörperchen lassen sich leicht auf die Form zurückführen, welche wir Endkolben nennen. In allen Körperchen dieser Art unterscheiden wir drei Bestandteile, nämlich den Achsencylinder, welcher im Körperchen endigt, den sog. Innenkolben, welcher eine Art plasmatischer Scheide darstellt, und die diese beiden Teile umfassenden Hüllen.

Wir werden zuerst eine Art der Endkolben beschreiben, deren Bau sehr einfach ist.

Der gegen das Ende keulenförmig ausgebreitete Innenkolben enthält einen Achsencylinder, welcher mit einer knopfförmigen Anschwellung endigt. Den Innenkolben umgeben bloss wenige Bindegewebsschichten, welche eine geringe Menge Bindegewebszellen enthalten. Solche Körper sind gewöhnlich lang, manchmal spiralig gewunden. Es sind Formen solcher einfacher Endkolben bekannt, bei welchen der Achsencylinder in mehrere, am Ende verdickte Terminalfasern zerfällt, welche von einer gemeinsamen Schicht von Bindegewebe umgeben sind. Körperchen dieser Art finden wir in der Haut des Schweinerüssels (Szymonowicz) und in der Conjunctiva (Krause).

Etwas kompliziertere Endkolben finden wir in den Genitalien, vor allem in der Glans penis und der Clitoris als Genitalnervenkörperchen, in denen der Achsencylinder sich sehr reichlich zerteilt und die durch diese Zerteilung entstehenden Fasern nach einigen Autoren frei endigen (Retzius), nach anderen dagegen ein dichtes Netzwerk bilden (Dogiel).

Die sog. Meissner'schen Tastkörperchen (Fig. 217), welche wir vor allem in den Papillen der Haut (am zahlreichsten in den Fingerbeeren der Hände und Füsse) vorfinden, können ebenfalls für eine Art Endkolben angesehen werden. Es sind dies Körperchen von ellipsoider Gestalt, oft über 100 μ lang und gegen 50 μ breit. Sie sind von einer dünnen, kernhaltigen Bindegewebshülle umgeben, welche einen gallertartigen Innenkolben enthält.

Es gelangen gewöhnlich zum unteren Pol des Körperchens 1—4 Nervenfasern, welche ihre Markscheide gleich im Anfang nach dem Durchdringen der Bindegewebshülle verlieren. Der nackte Achsencylinder windet sich spiralig und unterliegt im Innenkolben einer mehrfachen Teilung. An Präparaten bemerkt man gewöhnlich reichliche Varikositäten, welche dem Innenkolben oft den Anschein geben, als ob er Kerne enthalten würde. Diese zahlreichen Windungen machen den Eindruck, als wären sie die Folge vom Längswachstum des Achsencylinders in dem durch die Bindegewebshülle begrenzten Raume (Rauber).

Die sog. Ruffini'schen Körperchen können den Meissner-schen zur Seite gestellt werden, denn sie haben mit denselben, was den Bau betrifft, einige Ähnlichkeit. Sie befinden sich an der Grenze der Cutis und Subcutis, wie auch in der letzteren selbst und sind Gebilde von einer Länge bis 1,35 mm. Die Nervenfasern teilen sich nach Verlust der Scheiden in zahlreiche variköse Äste, welche mit Knöpfchen frei endigen. Die ganzen Körperchen sind von einer dünnen Bindegewebshülle umgeben.

Ziemlich ähnlich erscheinen die unter dem Namen Golgi-Mazzoni'sche Körperchen bekannten Endkolben, welche jedoch stärker entwickelte bindegewebige Hüllen besitzen.

Weitere zwei sehr verwandte Formen, die Herbst'schen und Vater-Pacini'schen Körperchen sind ebenfalls Arten von Endkolben, mit dem Unterschiede, dass der Achsencylinder gar nicht oder nur sehr wenig der Verästelung unterliegt, die Bindegewebshüllen dagegen stark entwickelt sind und in Form von Bindegewebslamellen erscheinen.

Die Herbst'schen Körperchen (Fig. 208) finden wir gewöhnlich neben den Grandry'schen in der Haut der Wasservögel. Sie stellen ovoide Gebilde von ca. 140 μ Länge und 80 μ Breite dar. Den inneren Teil des Körperchens nimmt der am Ende knopfförmig angeschwollene Achsencylinder und die plasmatische Scheide (Innenkolben) ein, welche den ersteren umgiebt und rechts und links an eine Reihe von 6—10 Zellen

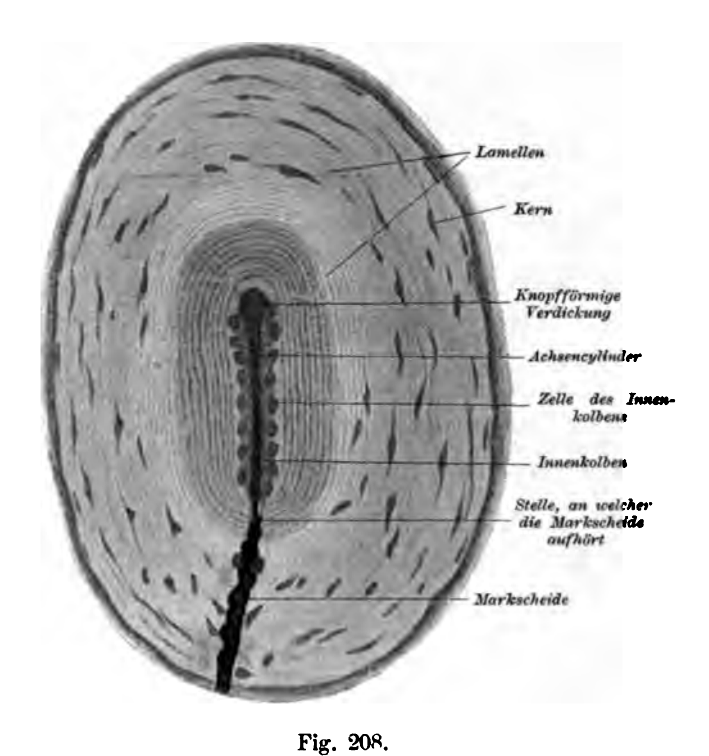


Fig. 208.

Herbst'sches Körperchen aus der Wachshaut des Entenschnabels.
Ca. 450 mal vergrössert.

grenzt, welche hier dieselbe Rolle zu spielen scheinen, wie die Tastzellen im Merkel'schen Körperchen. Der äussere lamellöse Teil besteht aus zahlreichen konzentrisch gelagerten bindegewebigen Lamellen, von denen die äusseren spärliche, platte Zellen enthalten. Die Nervenfaser tritt an einem Ende des Körperchens ein und durchdringt mit der Schwann'schen und der Markscheide den äusseren lamellösen Teil des Nervenendkörperchens. Die beiden Scheiden endigen an der Grenze des inneren Teiles des Körperchens.

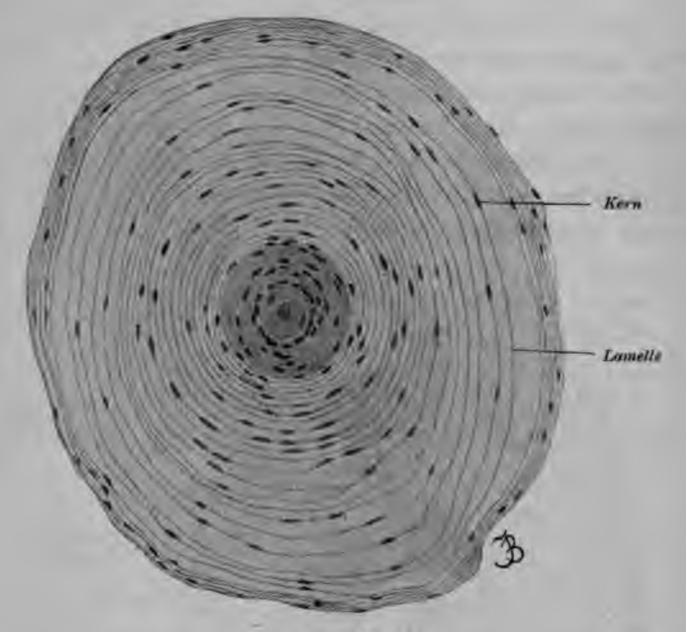


Fig. 209.

Querschnitt eines Vater-Pacini'schen Körperchens einer Katze.
In der Mitte liegt der querdurchschnittene Achsencylinder. Ca. 200mal vergrössert.

Die Vater-Pacini'schen Körperchen (Fig. 209) sind von den Herbst'schen etwas verschieden. Wir finden nämlich statt der neben dem Innenkolben in zwei Reihen liegenden grossen Zellen platte Zellen; auch ist der lamellöse Teil stärker entwickelt. In grösseren Körperchen können wir bis 60 Lamellen zählen. Zwischen den Lamellen befindet sich eine helle seröse Flüssigkeit. Jede Lamelle ist von innen mit platten, epithelartig nebeneinander gelagerten Zellen ausgekleidet, deren Grenzen durch Argentum nitricum nachgewiesen werden können (Hoyer sen.).

Manchmal treten Blutkapillaren in den lamellösen Teil ein. Diese Körperchen sind bis über 2 mm gross, daher gewöhnlich mit freiem Auge sichtbar. Wir finden dieselben im Unterhautbindegewebe der Handfläche und Fussohle, am zahlreichsten aber der Finger und Zehen, ferner an den Beugeseiten der Gelenke, im Periost, im Mesenterium und Pancreas der Katze etc.

III. Nervenendigungen im Muskelgewebe.

Wir werden uns vor allem mit den motorischen Nervenendigungen im Muskelgewebe befassen. Von den sensiblen

Nervenendigungen haben wir bis heute noch keine genaue Kenntnis.

a) In der glatten Muskulatur verhalten sich die Nervenendigungen, wie dies die neueren Untersuchungen mittelst spezieller Methoden nachgewiesen haben, folgendermassen: Die Nervenfaser dringt zwischen die Muskelbündel und indem sie sich teilt, zwischen die einzelnen Muskelzellen ein. Die ganze Faser zeigt gewöhnlich im Verlaufe Varikositäten und endet, indem sie eine Endanschwellung bildet, frei an der Oberfläche der Muskelzellen. Diese Endanschwellung tritt demnach in unmittelbare Berührung d. h. Kontiguität mit dem Zellkörper, an dessen Oberfläche sie endigt. Die letzten Enden der Nervenfasern gelangen nie bis in das Innere der Zellen und stehen deshalb auch mit den Kernen der Muskelzellen in keinem Zusammenhange, wie dies einige Autoren früher vermuteten.

b) Im Herzmuskel endigen die motorischen Nerven ebenfalls an der Oberfläche der Zellen mittelst kleiner Anschwellungen und Knöpfchen. Es ist bei der grossen Anzahl von Nervenfasern möglich, dass jede Muskelzelle eine besondere Nervenfaser erhält. Die Nervenfasern bilden unter sich, vor der Abgabe der letzten Enden, Anastomosen, wodurch ein Endnetz gebildet wird, von welchem erst feine Endfäserchen auslaufen.

c) In quergestreiften Skelettmuskeln bilden Bündel markhaltiger Nervenfasern im Perimysium Geflechte, die Fasern teilen sich und gelangen zu den einzelnen Muskelfasern, um an deren Oberfläche zu endigen. (Fig. 210.) Die Schwann-sche sowie die Henle'sche Scheide



Fig. 210.

Motorische Nervenendigungen in quergestreiften Muskelfasern (Bauchmuskel) einer Ratte.

Ca. 170 mal vergrössert.

gelangt nach der Ansicht einiger Autoren nicht bis zu den Muskelfasern, andere lassen sie jedoch mit dem Sarkolemma verschmelzen; die Markscheide endet an der Stelle, an welcher die Nervenfaser an die Muskelfaser herantritt. Das Ende des Achsencylinders bildet eine hirschgeweihartige Verästelung. Die Lage dieser Endausbreitung und ihr Verhältnis zum Protoplasma der Muskelfaser ist nach der Meinung verschiedener Autoren verschieden, je nach der Ansicht derselben über das Verhalten der Schwann'schen Scheide. Es liegt nämlich nach der Ansicht der einen das letzte Nervenende am Sarkolemma, nach der Ansicht derjenigen dagegen, welche die Schwann'sche Scheide in das Sarkolemma übergehen lassen, liegt es unter dem Sarkolemma in unmittelbarer Berührung mit

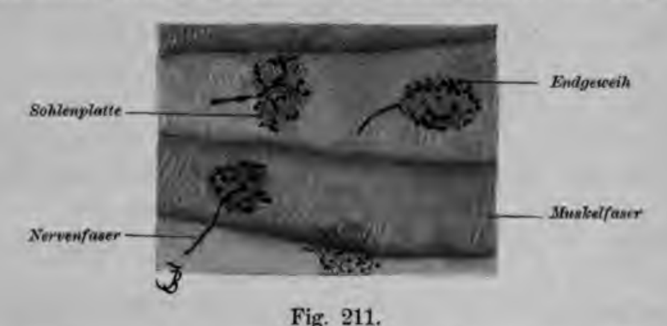


Fig. 211.

Motorische Nervenendigungen an den Fasern der Bauchmuskeln einer Ratte. In der oberen Faser sind zwei Endplatten zu sehen. Ca. 300 mal vergrössert.

dem Protoplasma (Sarkoplasma) der Muskelfaser. Wir bemerken oft an der Stelle, an welcher die Nervenfaser zur Muskelfaser herantritt, bei seitlicher Betrachtung einen Hügel. Dieser Hügel heisst der Doyère'sche, weil Doyère als erster denselben in den Muskeln der Insekten nachgewiesen hat.

Die Endausbreitungen des Achsencylinders stellen sehr verschiedene Verästelungsformen bei verschiedenen Tieren dar. Bei einigen (besonders bei Amphibien) verlaufen sie mehr geradlinig (Fig. 204), bei anderen dagegen (wie Reptilien, Vögeln, Säugetieren) S-förmig (Fig. 211). An der Stelle, an welcher die Endverästelung der Muskelfaser anliegt, finden wir an der Muskelfaser eine grössere oder geringere Menge einer feinkörnigen Substanz, welche Sohlenplatte oder Granulosa heisst. (Fig. 211.) Die Ansichten der Autoren über die Granulosa sind ebenfalls verschieden. Diejenigen, welche dem End-

geweih des Achsencylinders seinen Platz unter dem Sarkolemma anweisen, betrachten die Granulosa als eine Ansammlung des Sarkoplasmas, andere dagegen, welche die Ansicht vertreten, dass der Achsencylinder am Sarkolemma endigt, leugnen die Identität der Granulosa mit dem Sarkoplasma und halten dieselbe für eine Anhäufung des Neuroplasmas. Die Sohlenplatte weist Kerne auf, welche zur Muskelsubstanz und nach Ansicht einiger auch zur Schwann'schen Scheide gehören. Jede Muskelfaser besitzt gewöhnlich nur eine motorische Nervenendigung. Manchmal treten jedoch zu einer Muskelfaser zwei oder sogar mehrere Nervenfasern hinzu und dann besitzt die erstere zwei oder mehrere Nervenendigungen. (Figg. 210 und 211.) Manchmal innerviert im Gegenteile eine Nervenfaser zwei Muskelfasern. (Fig. 204.)

Die sensiblen Nerven versorgen nur in geringer Menge die Muskeln. Nach Verlust der Scheiden verästeln sie sich und endigen frei als nackte Achsencylinder in dem den Muskel bedeckenden, wie auch im interstitiellen Bindegewebe. Es sind dies eigentlich freie Nervenendigungen innerhalb des Bindegewebes.

IV. Nervenendigungen innerhalb des Nervengewebes.

Da es sich hier um das Verhalten der letzten Endigungen der Neurone innerhalb der Zentralnervenorgane handelt, muss auf das betreffende Kapitel verwiesen werden, um Wiederholungen zu vermeiden.

Allgemeine Betrachtungen über das gegenseitige Verhältnis der Neurone im Zentralnervensysteme.

Wir haben bereits (S. 93) erwähnt, dass man sich gegenwärtig das Nervensystem fast allgemein als eine aus einzelnen Gliedern (d. i. Neuronen) bestehende Kette vorstellt.

Die Einwirkung der einzelnen Neurone aufeinander kommt nur durch Vermittlung der miteinander in Kontaktbeziehungen („per contiguitatem") stehenden Telodendrien zu stande.

Fig. 212 soll das gegenseitige Verhältnis einiger Neurone innerhalb des Nervensystems darstellen. Sie illustriert nämlich das Verhältnis des centripetalen (sensiblen) Neurons zum centrifugalen (motorischen). Dieses Verhältnis kann zweifacher Art sein: es sind entweder bloss zwei (sog. primäre) Neurone im Spiel oder es geht die Einschaltung der sekundären Neurone vor sich.

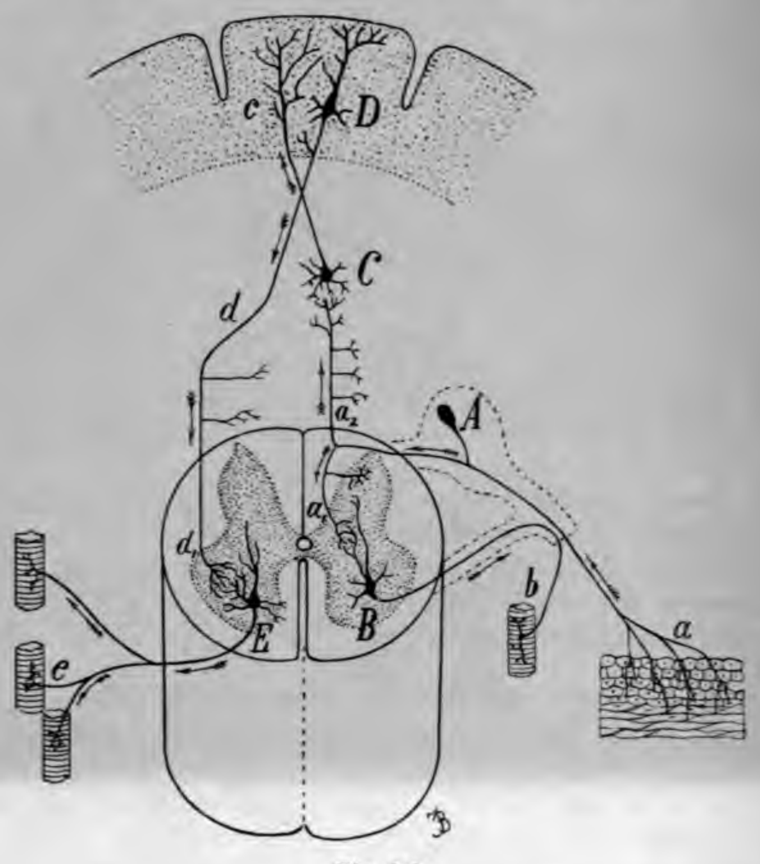


Fig. 212.

Schema für das gegenseitige Verhältnis sensibler und motorischer Neurone im Zentralnervensysteme.

Die Leitungsrichtung ist durch Pfeile angezeigt. (Nach Ramón y Cajal.)

Im ersten Falle haben wir es mit dem sog. sensitiv-motorischen Reflexbogen (Fig. 212 rechts A B) zu thun. Das in der Epidermis (a) verteilte Telodendrion nimmt die Gefühlseindrücke auf, welche sich cellulipetal zur Spinalganglienzelle fortpflanzen; von hier gelangen sie durch die hintere Wurzel in die graue Substanz des Rückenmarkes, innerhalb welcher der Reiz vom Telodendrion des sensiblen Neurons A, auf das Telodendrion des protoplasmatischen Fortsatzes des motorischen Neurons B übergeht, dessen Zelle im Vorderhorn des Rückenmarkes liegt. Dieser Reiz gelangt zur Zelle B und teilt sich von derselben mittelst des Nervenfortsatzes cellulifugal zum Telodendrion desselben (b, motorische Nervenendigung), welches im Muskel endet.

Auf diese Art kommen die reflektorischen Bewegungen zu stande.

Die Sache verhält sich jedoch anders, wenn der Gefühlseindruck zur Gehirnrinde gelangen und eine willkürliche Bewegung hervorrufen soll. In diesem Falle nehmen auf der ganzen Bahn wenigstens vier Neurone teil.

Der sensible Reiz pflanzt sich von der Zelle A nach oben fort, indem er mittelst des in der weissen Substanz des Rückenmarkes weiterziehenden Hauptfortsatzes a_2 verläuft und auf den Gefühlsneuron zweiter Ordnung C übergeht. Von hier tritt er auf die motorische Nervenbahn, auf das Telodendrion des motorischen Neurons (D), welcher in der Hirnrinde, d. i. an der sog. Pyramidenzelle (psychischen Zelle) beginnt, über. Der Neurit der Pyramidenzelle (d) zieht nach abwärts und geht auf die entgegengesetzte Seite über. Er überträgt als motorischer Neuron erster Ordnung den Bewegungsimpuls auf den motorischen Neuron zweiter Ordnung (E), dessen Zelle im Vorderhorn des Rückenmarkes liegt; von hier gelangt er zum Muskel und ruft die beabsichtigte Bewegung hervor.

VIII. Sinnesorgane.

Die Sinnesorgane sind kompliziert gebaute Organsysteme, denn jedes von ihnen besteht ausser aus den entsprechenden Endapparaten der Sinnesnerven, den eigentlich perzipierenden Teilen, noch aus Bildungen, welche die Perception erleichtern oder als Schutzvorrichtungen dienen.

Wir unterscheiden fünf Sinnesorgane, nämlich:

1. das Tastorgan,
2. das Gesichtsorgan,
3. das Gehörorgan,
4. das Geschmacksorgan und
5. das Geruchsorgan.

Jedes Sinnesorgan werden wir gesondert besprechen.

Der Tastsinn hat seinen Sitz in der Haut, so dass dieselbe samt ihren verschiedenen Nervenendigungen das Tastorgan bildet. Deshalb wollen wir die Haut, welche zugleich das Schutzorgan des ganzen Körpers bildet, an dieser Stelle besprechen.

1. Die Haut — das Tastorgan.

Hier soll nicht nur die äussere Haut (Integumentum commune), sondern es müssen auch ihre Anhangsgebilde (die Nägel

und die Haare) und die Drüsen (Talg- und Schweissdrüsen) abgehandelt werden.

Die äussere Haut.

Die Haut bedeckt die ganze Oberfläche des menschlichen Körpers. Dieselbe besteht aus zwei Teilen, aus dem bindegewebigen Teile (Derma oder Cutis) mesodermalen Ursprungs, und aus dem epithelialen Teile, welcher oberflächlich liegt und ektodermalen Ursprungs ist (Epidermis). (Fig. 214.) Der bindegewebige Teil zerfällt wieder in die mehr kompakte, derbere Schicht: die sogenannte Lederhaut (Corium) und in das tiefer liegende lockere Unterhautbindegewebe (Tela subcutanea).

Die Grenze zwischen dem bindegewebigen Teile und der Epidermis ist gewöhnlich uneben, hügelig, denn die unter der Epidermis liegende Lederhaut bildet höhere oder niedrigere, gewöhnlich kegelförmige Papillen. (Figg. 214, 216, 217.) Diese Papillen, von welchen oft mehrere auf gemeinsamer Basis ruhen, ragen hervor und dringen in die Epidermis. Sie sind an verschiedenen Stellen des Körpers verschieden gross; die grössten sind an der Planta pedis, Vola manus, Glans penis u. s. w., wo sie die Höhe von 0·2 mm erreichen. An anderen Stellen des Körpers erscheinen sie dagegen als sehr unbedeutende Erhabenheiten, z. B. in der Gesichtshaut. Wir teilen die Papillen, je nachdem sie Nervenkörperchen oder kapillare Gefässschlingen enthalten, in Nerven- und Gefässpapillen ein.

Neben diesen Unebenheiten an der Oberfläche der Lederhaut befindet sich ein ganzes System von Leistchen, welche durch manchmal sich kreuzende Furchen voneinander getrennt sind. Diese spiegeln sich an der Oberfläche der Epidermis ab; die Papillen sind eben an der Oberfläche der Leistchen angebracht und fehlen in den den Furchen entsprechenden Vertiefungen.

Die Lederhaut besteht aus leimgebendem Bindegewebe, dessen in Bündeln verlaufende Fasern sich auf verschiedene Art kreuzen und durchflechten. Innerhalb dieses Geflechtes finden wir zerstreute Bindegewebszellen verschiedener Art und ein Geflecht elastischer Fasern, welche in den tieferen Schichten dicker, in den oberen dagegen dünner sind.

Die Lederhaut können wir in zwei Schichten teilen, in die:

1. Pars papillaris und
2. Pars reticularis.

Die erstere, welche dicht unter der Epidermis liegt, führt

den Namen daher, weil sie Papillen erzeugt, die letztere dagegen aus dem Grunde, weil die bindegewebigen Bündel in derselben eine Art Netz bilden, indem sie sich kreuzen und zwischen den Kreuzungslinien freie rhomboidale Maschenräume übrig lassen (Langer's Rhomben). Diese letzteren sind teils durch Schweissdrüsen, teils durch Fettgewebe ausgefüllt. Die eine Schicht geht in die andere ohne deutliche Grenze über.

Im Corium finden wir stellenweise quergestreifte Muskeln (z. B. im Gesichte mimische Muskeln), welche bis zur Pars papillaris sich erstrecken, oder glatte Muskelzellen in Bündeln, welche mehr weniger parallel zur Oberfläche verlaufen und häufig ein Netzwerk bilden, z. B. in der Haut des Hodensackes (Tunica dartos), der Brustwarze und des Warzenhofes. Die glatten Muskeln der Schweissdrüsen und die mit den Haaren in Verbindung stehenden werden später besprochen werden.

Das Unterhautgewebe, welches die Haut mit den angrenzenden Körperteilen verbindet, wird durch die, von den tiefer liegenden bindegewebigen Häuten sich abzweigenden Stränge gebildet, welche sich vielfach kreuzen und gewöhnlich mit Fettgewebe ausgefüllte Räume in sich schliessen. (Fig. 214.) Das Fettgewebe gelangt häufig zu einer bedeutenden Entwickelung und bildet sodann den sogenannten Panniculus adiposus; nur ausnahmsweise fehlt das Fettgewebe im Unterhautgewebe gänzlich, z. B. an der Ohrmuschel, am Scrotum u. s. w. Je mehr horizontal, d. i. parallel zur Oberfläche der Haut die Bündel des Unterhautgewebes verlaufen, desto länger sind sie, ermöglichen eine grössere Verschiebbarkeit der Haut und gestatten, dieselbe in grössere Falten zu fassen und zu heben. Je kürzer sie dagegen sind und je mehr senkrecht zur Oberfläche sie verlaufen, desto weniger faltbar ist die Haut.

An der Grenze der Lederhaut und der Epidermis finden wir ein sehr dünnes strukturloses Häutchen, die sog. Basalmembran. Wahrscheinlich ist dieselbe der Anwesenheit von Kittsubstanz, welche Epidermis und Cutis verbindet, zuzuschreiben.

Die Oberhaut (Epidermis) wird durch ein mehrschichtiges Epithel gebildet. Wir können in derselben zwei Teile unterscheiden, den oberen, welcher aus verhornten Epithelzellen besteht (die Hornschicht, Stratum corneum) und den tiefer liegenden Teil, die sog. Malpighi'sche- oder Keimschicht (Stratum Malpigii oder Stratum germinativum). Diese letztere lässt sich wieder in mehrere Schichten teilen; wenn

man von unten beginnt in a) das Stratum cylindricum, b) Stratum spinosum, c) Stratum granulosum und d) Stratum lucidum. (Fig. 217.)

Die Mächtigkeit der Entwickelung der Horn- und der Keimschicht ist verschieden; gewöhnlich überwiegt die Keimschicht an Dicke, an der Vola manus und Planta pedis dagegen die Hornschicht.

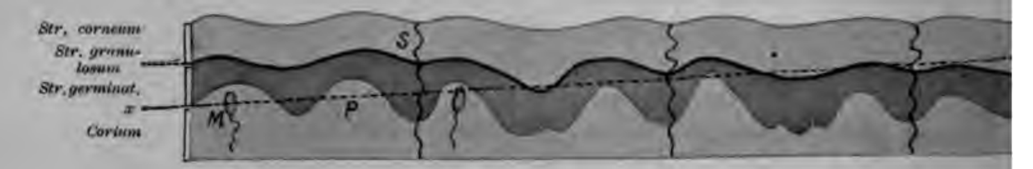


Fig. 215.

Schematischer Durchschnitt der Haut, senkrecht zum Längsverlaufe der Leisten.

Diese Figur dient dazu, um zu zeigen, wie der Schnitt in Fig. 216 ausgeführt wurde. Linie *x—y* giebt nämlich die Richtung des Durchschnittes an. *S* = Schweissdrüse. *P* = Papille, *M* = Meissner'sches Körperchen.

Die zwei unteren Schichten des Stratum germinativum bestehen aus Stachelzellen. Die unterste Schicht hat ziemlich hohe, cylindrische, nebeneinander gelagerte Zellen. Die nach unten zugekehrten Zacken oder Stacheln, zwischen welche feinste Fäserchen der Lederhaut eindringen, ermöglichen, bei Anwesenheit von Kittsubstanz, ein festes Haften der Oberhaut an der Lederhaut. Das Stratum spinosum, dessen Zellen oben (S. 30) genau beschrieben wurden, besteht aus mehreren Lagen, welche die freien Räume zwischen den Papillen ausfüllen. Das oberhalb dieser Lage befindliche Stratum granulosum besteht gewöhnlich aus 2—3 Lagen mehr platter Zellen, die glänzende Körnchen enthalten, welche auf die beginnende Verhornung hindeuten. Es sind dies Keratohyalinkörner, welche einige Autoren für ein verändertes Zellprotoplasma, andere hingegen für ein Produkt des absterbenden Zellkernes halten. Diese letztere Ansicht findet einige Unterstützung in der Thatsache, dass oft gleichzeitig mit dem Auftreten der Keratohyalinkörner der Kern der betreffenden Zellen arm an Chromatin wird und zu Grunde geht.

Oberhalb des Stratum granulosum bemerken wir eine einförmig glänzende Schicht — das Stratum lucidum. Auch diese Schicht besteht aus zwei oder drei Lagen platter Zellen mit abgestorbenen Kernen, deren ganzer Inhalt aus einer homogenen Substanz, dem sog. Eleidin besteht. Diese Substanz rührt von Keratohyalinkörnchen her, welche sich vergrössern und zu einer

einheitlichen Masse konfluieren, sie ist jedoch flüssiger als Keratohyalin und färbt sich mit anderen Farbstoffen: Keratohyalin mit Hämatoxylin, Eleidin mit Eosin oder Nigrosin. Die Grenzen der Zellen sind in dieser Schicht oft undeutlich. Das Stratum lucidum fehlt manchmal an den Stellen, an welchen die Epidermis dünn ist. Diese letzte Schicht bildet den unmittelbaren Übergang zur Hornschicht.

Die Zellen der Hornschicht erscheinen als sehr dünne Schüppchen, welche Kernrudimente gar nicht oder nur ausnahmsweise aufweisen. Den ganzen Inhalt dieser Schüppchen bildet die Hornsubstanz (Keratin), welche im Gegensatz zum Eleidin und Keratohyalin weder im Trypsin noch im Pepsin sich auflöst. Die Hornschicht zeigt in den mit Osmiumsäure vorbehandelten Schnitten an der oberen und unteren Oberfläche, so wie an den Seiten eine schwarze Begrenzung, welche darin ihren Grund hat, dass diese vollkommen trockene Schicht mit Fett durchtränkt ist. Die Keimschicht lässt im Gegenteil als eine lebendige und im Vergleich mit dem Stratum corneum feuchtere Schicht eine Ansetzung des Fettes in ihrem Inneren nicht zu. Der mittlere Teil der Hornschicht kann sich unter dem Einflusse der Osmiumsäure nicht schwarz färben, denn diese ist nicht im stande, bis hierhin einzudringen.

Die verhornten Zellen schälen sich von der Oberfläche der Haut fortwährend ab, und der Verlust wird von den basalen Lagen der Keimschicht aus ersetzt. Dies lehrt uns die Thatsache, dass wir in den untersten Lagen des Epithels häufig karyokinetische Teilungsfiguren antreffen. Diese jungen Zellen schieben sich mit der Zeit, da sie durch neue noch jüngere Zellen nach oben gedrängt werden, gegen die Oberfläche vor und unterliegen der Reihe nach Veränderungen, welche den einzelnen Schichten der Epidermis entsprechen.

Die Haut der weissen Rasse ist an manchen Stellen infolge von Einlagerung des Farbstoffes sog. Pigments braun gefärbt. Hier gehört vor allem die Haut der Brustwarze, des Warzenhofes, der Labia majora, des Scrotums und der Umgebung des Anus.

Viel Farbstoff finden wir in der Haut der Neger, bei welchen sehr feine Pigmentkörnchen in den tiefsten Lagen der Keimschicht zwischen, sowie in den Epithelzellen selbst, wie auch in den äusseren Partien des Coriums in verästelteten, bindegewebigen Pigmentzellen gelagert sind. Die Herkunft des

Pigmentes in der Epidermis kennen wir mit Bestimmtheit nicht; die Ansichten hierüber sind bis heute geteilt. Einige Autoren sprechen den Epithelzellen die Fähigkeit zur Erzeugung des Pigmentes vollkommen ab und behaupten, dass die Pigmentkörnchen durch pigmentierte Bindegewebszellen hierher importiert werden. Andere Autoren legen den Epidermiszellen die Fähigkeit bei, Pigmentkörnchen ohne Mitwirkung der Bindegewebszellen zu erzeugen, indem sie die unzweifelhafte Thatsache zur Grundlage nehmen, dass das Pigment der Netzhaut ein Produkt der Epithelzellen selbst ist.

Haare.

Die Haare sind fadenförmige Gebilde der Epidermis, welche mit Ausnahme der Handfläche, der Fussohle, des roten Lippenrandes, des Glans penis und der Innenfläche des Praeputiums, an der ganzen Oberfläche des Körpers zerstreut sind.

Das Haar ist teils in die Haut versenkt, teils ragt es über deren Oberfläche hervor. Der erste Teil heisst Haarwurzel, der zweite Haarschaft. (Fig. 213.) Der untere Teil der Haarwurzel bildet eine rundliche knopfartige Verdickung, welche Haarzwiebel heisst und in welche sich von unten die vom Corium gebildete knospenförmige Haarpapille vertieft. Die Haarwurzel steckt bei kleinen Wollhaaren in der Lederhaut, grössere Haare reichen bis zum subcutanen Fettgewebe.

Das eigentliche Haar besteht aus verhorntem Epithel. Der in der Haut steckende Teil desselben ist mit einigen Schichten des Epithels, welche zusammen die Haarwurzelscheiden bilden, umgeben. Nach aussen finden wir bindegewebige Schichten, welche das Haar und die Haarwurzelscheiden in Sackform umgeben und den sog. bindegewebigen Haarbalg bilden.

Das eigentliche Haar besteht aus drei Teilen. (Figg. 218 u. 219.) Wir finden, von innen beginnend, nachstehende Schichten:

1. die Marksubstanz,
2. die Rindensubstanz,
3. das Oberhäutchen des Haares (Haarcuticula, Cuticula pili).

Die Marksubstanz liegt in der Achse des Haares; wir finden dieselbe jedoch gewöhnlich nur in dickeren Haaren und auch hier bloss im unteren Teile der Haarwurzel. Die Marksubstanz wird durch kubische Zellen, welche einen grossen, kugeligen Kern enthalten, gebildet. Dieselbe ist gewöhnlich sehr

schmal; eine oder zwei nebeneinander liegende Zellen bilden die ganze Dicke der Marksubstanz.

Den Hauptbestandteil des eigentlichen Haares bildet die Rindensubstanz. Dieselbe besteht aus spindelförmigen Zellen, welche deutlichen fibrillären Bau zeigen, und ovale Kerne enthalten. Da diese Zellen mit der langen Achse entsprechend der Längsrichtung des Haares gelagert sind, erscheint das ganze Haar längsstreifig. Die farbigen Haare enthalten in diesem Teile innerhalb und zwischen den Zellen Pigmentkörnchen; unten und in der Nähe der Papille dagegen finden wir sogar verästelte Pigmentzellen. Überdies finden wir aufgelösten Farbstoff, welcher die Zellen der Rinde durchdringt und mit denselben eng verbunden ist. Diesen beiden Pigmentarten, dem körnigen und gelösten verdanken die Haare ihre Farbe. Ausserdem finden wir zwischen den Zellen sowohl der Rinden- als der Marksubstanz kleine mit Luft gefüllte Hohlräume. Im Haarmark können dieselben sehr reichlich auftreten und dann erscheint ein solches Haar im auffallenden Lichte bei Mangel an Pigment blendend weiss. Haare, welche ihr Pigment vollständig verloren haben, jedoch keine angesammelten Luftbläschen in der Marksubstanz besitzen, erscheinen grau, aber nicht weiss.

Die äusserste Schicht des eigentlichen Haares bildet die Haarcuticula. Es ist dies eine aus sehr feinen, durchsichtigen, strukturlosen, beinahe rechteckigen Schüppchen bestehende Schicht. Die Schüppchen sind dachziegelförmig der Art gelagert, dass sie mit dem unteren Rande an die Rindensubstanz anliegen, während der obere freie Rand nach aussen und gegen die Haarspitze gekehrt ist. Beim Längsschnitt des Haares sind dieselben demnach von aussen nach innen und gleichzeitig von oben nach unten gekehrt. Diese schuppenartigen Elemente decken sich dachziegelförmig derart, dass 4—6 Zellen die Dicke der Cuticula bilden. Angesichts dessen stellt sich die Cuticula am Querschnitt des Haares konzentrisch geschichtet dar und erinnert an die Lagerung der Zwiebelblätter. Die Zellen dieser Schicht sind im oberen Teile der Haarwurzel und des Haarschaftes kernlos, dagegen gehen dieselben in der Gegend der Haarzwiebel in saftigere, weiche Zellen mit deutlichen abgeplatteten Kernen über.

Die Wurzelscheiden umgeben das Haar unmittelbar. Wir unterscheiden zwei Wurzelscheiden: die äussere und die innere. (Figg. 218 u. 219.) Die innere reicht ungefähr vom oberen Drittel der Haarwurzel (indem sie dicht unter der Einmündung der Talg-

drüse beginnt) nach unten bis zur Haarpapille. Die **äussere**, welche eine Fortsetzung der ganzen Epidermis bildet, zeigt im oberen Drittel der Haarwurzel d. i. bis zur Drüseneinmündung vollständig den Bau, die Eigenheiten und alle Schichten derselben, weiter unten beschränkt sie sich gewöhnlich auf die Schicht, welche allein der Keimschicht der Epidermis entspricht. Das Stratum granulosum reicht gewöhnlich bis unter die Talgdrüsenmündung, lagert sich nach aussen der inneren Wurzelscheide an und erreicht bald sein Ende.

Die **innere Wurzelscheide** besteht aus drei verschiedenen Schichten. Die innerste Schicht heisst **Cuticula der Wurzelscheide (Cuticula vaginae pili.)** Sie grenzt unmittelbar an die Haarcuticula, ist im Bau derselben ähnlich, jedoch dünner. Ihre Bestandteile sind nämlich äusserst dünne, schuppenförmige Zellen. Auch diese Elemente besitzen in der unteren Partie der Haarwurzel Kerne, dagegen fehlen die letzteren in der oberen.

Ausserhalb der Haarcuticula liegt die **Huxley'sche Schicht**, welche aus einer oder zwei Lagen länglicher vieleckiger Zellen besteht. In dem tieferen Teile der Haarwurzel bemerken wir deutliche Kerne, in dem oberen finden wir bloss Kernrudimente oder es können auch diese fehlen. Einige Zellen besitzen an der Aussenfläche Fortsätze in Form seitlicher längs der Zellen verlaufender Leistchen, mittels welcher sie sich zwischen die Zellen der Henle'schen Schicht eindrängen und die zwischen denselben befindlichen Lücken ausfüllen.

Die **Henle'sche Schicht** ist die dritte und äusserste Schicht der inneren Wurzelscheide. Dieselbe besteht aus einer Schicht langgestreckter, abgeplatteter Zellen, welche in der Gegend der Haarzwiebel längliche Kerne besitzen. In den oberen Teilen finden wir mit fortschreitender Verhornung der Zellen bloss Kernreste. Die Unterschiede zwischen den Zellen der inneren Wurzelscheide in bestimmten Höhen hängen von dem Verhornungsprozesse ab, welcher von den untersten Partien zu den höher gelegenen fortschreitet.

Die **äussere Wurzelscheide** trägt das Gepräge des Stratum germinativum der Haut. Daher besitzen die Zellen Intercellularbrücken und ein Protoplasma von fibrillärem Bau. Ihre innerste Lage weist auffallend platte Zellen auf.

Der bindegewebige, durch das Corium gebildete **Haarbalg** besteht wieder aus drei Schichten.

Unmittelbar an die äussere Wurzelscheide grenzt die innerste

Schicht des Haarbalges: die homogene Glashaut, welche stark oder sehr schwach entwickelt sein kann und im letzteren Falle kaum bemerkbar ist. Ihre innere, der Aussenfläche der äusseren Wurzelscheide zugekehrte Fläche ist deutlich gerifft. Nach aussen von der Glashaut finden wir die zirkuläre Schicht, in welcher Bündel der Bindegewebsfasern rings um die Haarwurzel verlaufen. Schliesslich finden wir nach aussen von der letztgenannten Schicht die letzte Lage des Haarbalges, welche parallel der Längsachse des Haares verlaufende Bündel von Bindegewebsfasern mit Beimischung elastischer Fasern enthält.

Wiewohl das Haar mit seinen Wurzelscheiden ein ziemlich

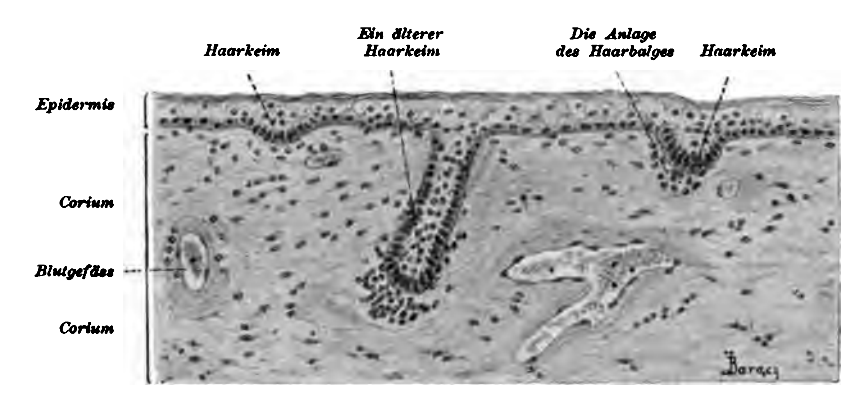


Fig. 220.

Senkrechter Schnitt durch die Kopfhaut eines 5 monatlichen menschlichen Embryo.

Ca. 230 mal vergrössert.

kompliziertes Gebilde darstellt, so nehmen doch alle diese Teile in der gemeinsamen Anlage im Stratum germinativum der Haut ihren Ursprung. Gegen Ende des dritten Monates treten in der Epidermis an den Stellen, wo später Haare stehen sollen, Epithelwucherungen auf, welche eine Verdickung der Epidermis verursachen. (Fig. 220.) Infolge weiterer Vermehrung der Zellen vertieft sich die Epidermis in das Corium hinein in Form solider Epidermiszapfen, von denen jeder einen Haarkeim bildet. Dieser wächst immer tiefer ein und wird am unteren Ende dicker. Zu dieser Zeit bemerken wir, dass das Corium ebenfalls mitwirkt, dasselbe bildet nämlich den bindegewebigen Haarbalg und überdies wächst die bindegewebige Papille vom Corium aus in den Boden der Verdickung ein. Innerhalb der Zellen des Haarkeims beginnen

jetzt bestimmte Differenzierungen. Die am meisten achsial gelegenen Zellen geben dem eigentlichen Haare den Ursprung. Die rings um die Achse liegenden Zellen bilden die innere Wurzel-

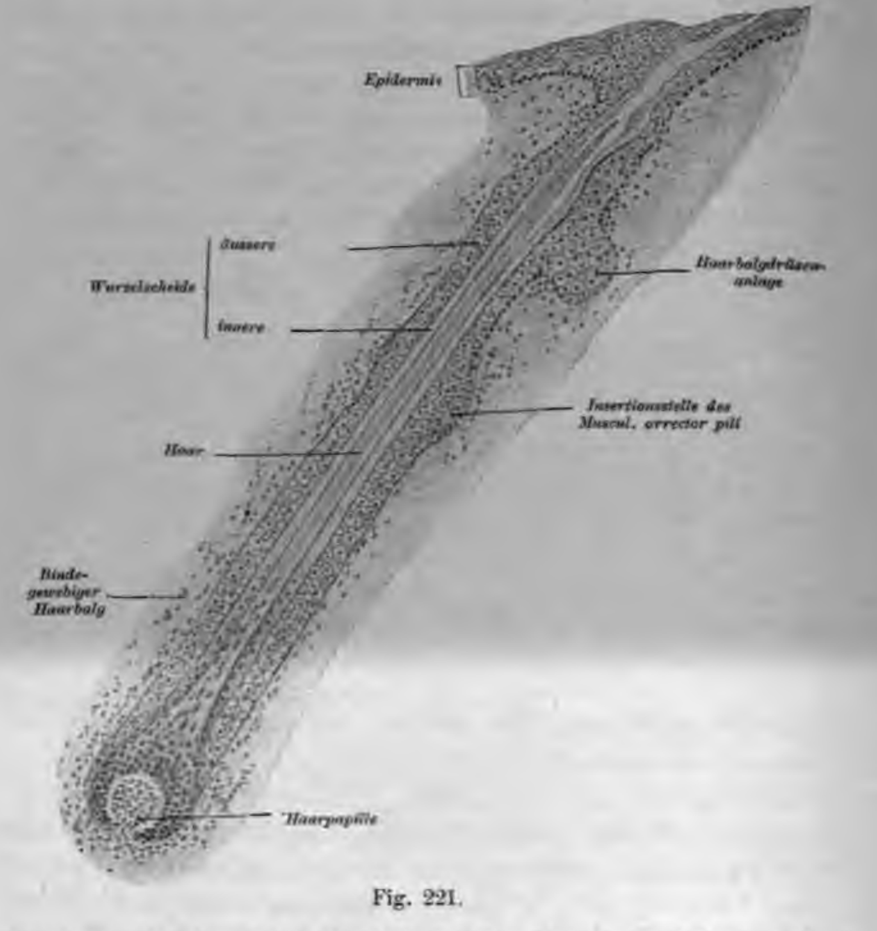


Fig. 221.

Aus einem senkrechten Schnitt durch die Kopfhaut eines 6 monatlichen menschlichen Embryo.

Ca. 150 mal vergrössert.

scheide, die am meisten peripherisch gelegenen setzen sich zur Bildung der äusseren Wurzelscheide zusammen. (Fig. 221.)

Das Wachstum des Haares und der inneren Wurzelscheide schreitet in der Richtung von der Papille d. i. von innen gegen die Aussenfläche der Haut fort, während die äussere Wurzelscheide radiär vom Haarbalg gegen die Achse des Haares wächst. An-

gesichts dessen müssen als Partie, welche den Ursprung giebt, d. i. als Mutterzellen für die äussere Wurzelscheide, die Zellen der äussersten Lage dieser Scheide, als Matrix für das Haar und die innere Wurzelscheide dagegen, die am unteren Ende der Haarzwiebel liegenden Zellen, welche der Haarpapille unmittelbar aufsitzen, angesehen werden.

Diese an die Papille unmittelbar angrenzenden Zellen, die sog. Matrixzellen für die verschiedenen Schichten des Haares und der inneren Wurzelscheide sind einander ähnlich, sie sind noch nicht differenziert und tragen noch nicht das Gepräge, durch welches die höher gelegenen Zellen der einzelnen Schichten sich von einander unterscheiden. Die Matrixzellen aller Schichten sind cylindrische oder rundlich-vieleckige protoplasmatische, saftige und weiche Zellen und unterliegen erst etwas höher dem Verhornungsprozess. Es weisen jedoch nicht alle Schichten in derselben Höhe den Beginn des Verhornungsprozesses auf und nicht in allen lassen sich Keratohyalinkörnchen (oder Eleidintropfen) nachweisen. Die Rindensubstanz und Cuticula pili verhornen, ohne dass Keratohyalinkörnchen nachzuweisen wären, während die Marksubstanz Tröpfchen von Keratohyalin enthält. In der inneren Wurzelscheide finden wir in allen drei Schichten Keratohyalinkörnchen. (Fig. 219.) Am tiefsten treten die Keratohyalinkörnchen in der Henle'schen Schicht auf, wo sie oft in längs der Zellen gelagerte Fibrillen verbunden sind. Nach oben zu sind mehrere Zellen der Reihe nach keratohyalinhaltig, bis wir auf Zellen mit Kernrudimenten und einem verhornten Inhalt kommen. Wir sehen somit, dass in der inneren Wurzelscheide ebenso wie das Wachstum auch der Verhornungsprozess in der Richtung von unten nach oben fortschreitet.

Beim Menschen geht der Haarwechsel fortwährend vor sich und nicht, wie bei Tieren, in bestimmten Zeiträumen.

Die Zwiebel des Haares, welche herausfallen soll, verhornt, trennt sich von der Papille und der verdickte untere Teil derselben zerfasert sich besenförmig. Ein so abgestorbenes, nicht mehr wachsendes Haar entfernt sich immer mehr von der Papille infolge der Vermehrung der Zellen der Wurzelscheiden, welche, da sie leer sind, zwischen der Papille und der unteren Verdickung des ausfallenden Haares einer Einschnürung unterliegen. (Fig. 222.)

An Stelle eines solchen Haares, welches Kolbenhaar heisst, beginnt ein neues Ersatzhaar sich zu bilden. Dasselbe wird durch sich vermehrende Epithelzellen gebildet, welche an der

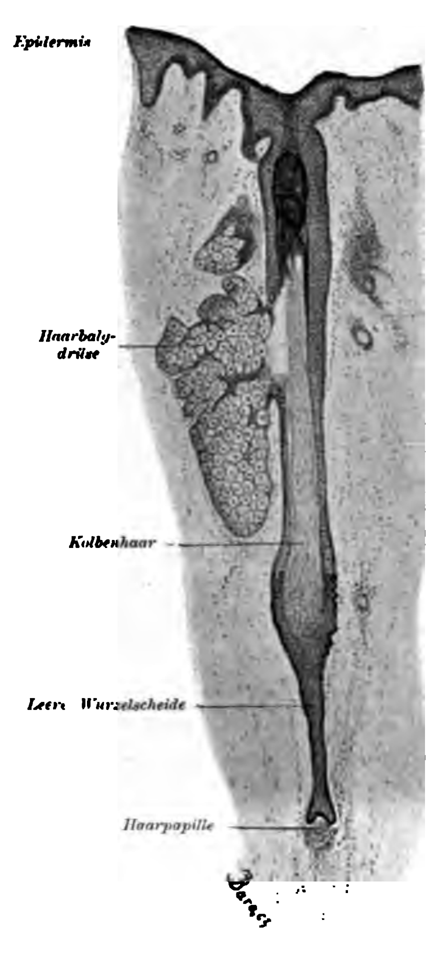


Fig. 222.

Aus einem senkrechten Querschnitt der Kopfhaut eines erwachsenen Mannes

In der Mitte ist ein ausfallendes Haar Kolbenhaar; zu sehen 4[illegible] mal vergrössert

Papille sitzen blieben, sowie durch den Teil der Wurzelscheiden, welcher am Boden des Haarbalges liegt. Das wachsende Ersatzhaar verdrängt das Kolbenhaar, welches endlich herausfallen muss.

Im Zusammenhange mit den Haaren müssen wir die — Arrectores pilorum genannten — Bündel glatter Muskelzellen beschreiben, da diese mit den Haarbälgen in einem unmittelbaren Zusammenhange stehen. Die Anheftungspunkte dieser Bündel sind von einer Seite das Stratum papillare des Coriums, von der anderen der untere, tiefere Teil des Haarbalges. Die Haare stecken immer schräg in der Haut. Eben an der Seite, wo der Haarbalg mit der Hautoberfläche einen spitzen Winkel bildet, liegt ausgebreitet ein Bündel glatter, kontraktiler Muskelelemente.

Die Kontraktion dieses Muskels veranlasst dessen Kürzung und infolgedessen die Aufrichtung des Haares. Die gleichzeitige dellenartige Einziehung der Stelle, wo das obere Ende des Muskels angeheftet ist und die Erhebung der nächsten Umgebung des Haares, [illegible] die Erscheinung [illegible]

Da [illegible] Haare [illegible] Musculus arrector die T[illegible] Kontraktion des Muskels auch [illegible] Haarbalg [illegible]

Die Versorgung des Haarbalges mit Blut geschieht mittelst eines dichten Netzes von Kapillargefässen, welche in der Nähe der Glashaut verlaufen und mittelst einer Kapillarschlinge, welche in die Papille eintritt.

Die Art der Endigung der Nerven im Menschenhaar ist nicht genau bekannt. Bei den Säugetieren endigen die Nerven in den Haaren unterhalb der Talgdrüsen. Markhaltige Nervenfasern verlieren ihr Mark, teilen sich und gelangen bis zur Glashaut. Hier bildet die eine Faser einen nervösen Ring, indem sie den Haarbalg einige Male umkreist, die andere lagert sich auch horizontal zur Achse des Haares und endigt frei auf der Glashaut als nackter Achsencylinder mittelst kleiner, in ziemlich regelmässigen Abständen aufsteigender Ästchen, welche parallel der Längsachse des Haares verlaufen.

Die sog. Tasthaare mancher Säugetiere zeichnen sich durch eine überaus reichliche Innervation aus. Diese Haare besitzen die charakteristische Eigenschaft, dass sie innerhalb der Wand des Haarbalges stark entwickelte venöse Bluträume besitzen, daher auch ihre Benennung Sinushaare. In diesen Haaren sind vor allem zwei Arten von Nervenendigungen zu bemerken:

a) die Endigungen an der äusseren Oberfläche der Glashaut in Form frei endigender baumartiger Verästelungen und

b) die Endigungen inmitten der äusseren Wurzelscheide (d. h. unter der Glashaut) mittelst Tastmenisken, welche mit den Tastzellen in Berührung stehen, somit den auf Seite 300 beschriebenen Merkel'schen Tastkörperchen vollkommen entsprechen.

Der Nagel.

Der Nagel ist ein Gebilde der Epidermis. Er liegt auf der Lederhaut, welche das sog. Nagelbett bildet, und ist von einem, von der Haut gebildeten Nagelwall umgeben. (Figg. 223 u. 225.) Zwischen dem Nagelbett und dem Nagelwall befindet sich eine Rinne, der sog. Nagelfalz. Der für das Auge sichtbare Teil des Nagels heisst Nagelkörper, im Gegensatz zum hinteren Teile, welcher in der Haut steckt und Nagelwurzel genannt wird.

Das bindegewebige Nagelbett bildet längs des Nagels verlaufende Leistchen, welche in der Richtung von hinten nach vorne von der Mittellinie auseinander gehen und nach den Seiten zu verlaufen. In ihrem Verlaufe nach vorne werden dieselben höher bis zu 0·22 mm. In der Gegend, wo das Nagelbett vorne endigt, finden wir gewöhnliche Hautpapillen.

Auf dem Nagelbett liegt der **Nagel**, welcher aus zwei Teilen besteht, aus der weichen Lage, welche der Keimschicht der Haut entspricht und dem harten verhornten Teile, d. i. dem eigentlichen Nagel. Die aus polygonalen, mit Stacheln versehenen Zellen bestehende Keimschicht des Nagels füllt die Räume zwischen den Leistchen des Nagelbettes aus und bedeckt es mit einigen Lagen von Zellen. (Figg. 225 u. 226.)

Die im hinteren Teile des Nagels unter der Nagelwurzel gelegene Keimschicht ist bedeutend stärker entwickelt, dicker und heisst **Matrix unguis** (Fig. 223), weil hier die Stelle ist, von welcher aus das Wachstum des Nagels beginnt. Die Matrix



Fig. 225.

Stück eines Querschnittes des dritten Fingergliedes eines 16 tägigen Kindes. 22 mal vergrössert.

zeichnet sich als der weissere Teil des Nagels ab und endigt nach vorne zu in einer gebogenen Linie, indem sie auf diese Art die sog. **Lunula** bildet. In diesem Teile finden wir ein Stratum granulosum, welches sonst im Nagelgebiete nicht entwickelt ist.

Die Zellen des Nagels selbst erscheinen platt, verhornt und man kann in denselben deutliche Kernreste nachweisen. Mehrere solche Zellen, innig miteinander vereinigt, bilden Blätter, die sog. **Nagelblätter**, welche dachziegelförmig übereinander gelagert sind. Die an den Nägeln manchmal auftretenden weisslichen Flecke rühren von Luftbläschen her, welche sich zwischen den Nagelblättern ansammeln.

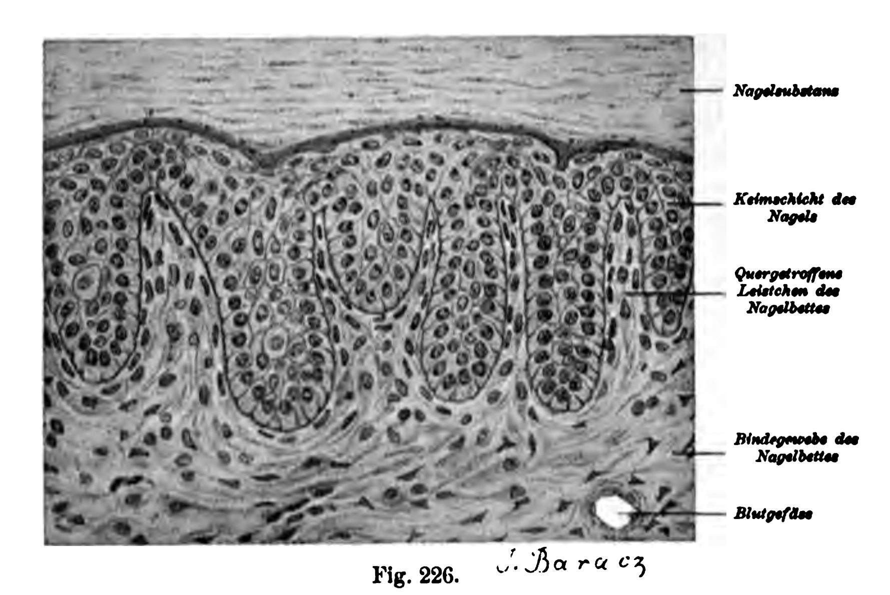


Fig. 226. J. Baracz

Querschnitt durch den Nagelkörper.
Ca. 280 mal vergrössert.

Indem die Keimschicht des Nagels im Nagelfalze in die Keimschicht der Haut d. i. des Nagelwalles übergeht, überzieht sie sich mit einem Stratum corneum, welches als Eponychium einen Teil der oberen Fläche des Nagels bedeckt. Die Keimschicht der Fingerbeere unter dem vorderen Rande des Nagels geht in die Keimschicht des Nagels über. Die letztere ist an dieser Übergangsstelle ebenfalls mit einer Hornschicht bedeckt, welche auf die untere Fläche des freien Nagelrandes fortzieht und Hyponychium genannt wird.

Das Wachstum des Nagels findet von rückwärts nach vorne statt durch eine fortwährende Umwandlung der Zellen der Matrix in eigentliche Nagelzellen. Diese Umwandlung findet am hinteren Rande und an den Seitenrändern, sowie an der unteren und manchmal an der oberen Fläche der Nagelwurzel statt. Infolgedessen wird der Nagel fortwährend vorwärts geschoben, dagegen ändert die Keimschicht ihre Lage nicht.

Drüsen der Haut.

Die Talgdrüsen.

Die beinahe über die ganze Oberfläche des Körpers zerstreuten Talgdrüsen (Glandulae sebaceae) treten gewöhnlich in

der Verbindung mit den Haarbälgen auf (daher auch ihr Name Haarbalgdrüsen), nur ausnahmsweise finden wir sie in der unbehaarten Haut; so namentlich im roten Lippenrande, in den kleinen Schamlippen, in der Eichel und in der Vorhaut des Penis (Tysonsche Drüsen). Sie fehlen ganz im Handteller und in der Fussohle.

Bezüglich der Form sind es einfache oder verästelte alveolare Einzeldrüsen. Sie sind demnach kolben- oder birnförmig und

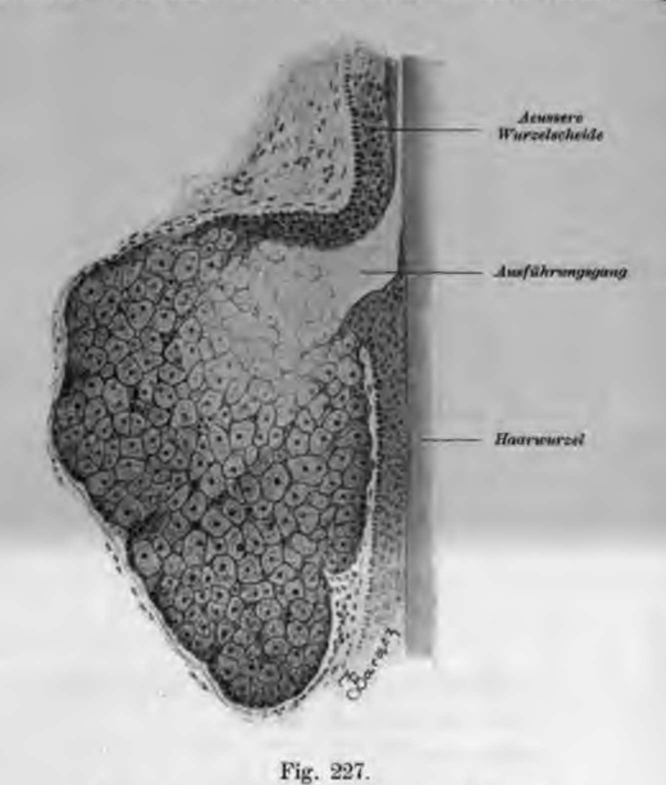


Fig. 227.

Talgdrüse aus der Kopfhaut des Menschen.
Ca. 120 mal vergrössert.

von sehr verschiedener Grösse, von 0·2 bis 2·2 mm lang. Die grössten finden wir oft in Gesellschaft kleiner Wollhaare, wie z. B. in der Nasenhaut. Ihre Ausführungsgänge münden im oberen Drittel des Haarbalges.

Die Talgdrüsen sind mit einer Bindegewebshülle, welche von dem Haarbalge oder von der Lederhaut selbst ausgeht, umgeben. (Fig. 227.) Die Drüse selbst besteht aus Epithelzellen, welche von der äusseren Wurzelscheide des Haares oder, wenn

die Drüse mit dem Haare nicht im Zusammenhange steht, von der Epidermis der Haut abstammen. Die in den Hals der Drüse eindringenden Epithelzellen behalten noch den unveränderten Charakter der Zellen, von denen sie herstammen; wo sie jedoch im weiteren Verlaufe den Inhalt des Alveolus bilden, unterliegen sie mit Ausnahme der äusseren Reihe der Zellen, welche sich unmittelbar an die Bindegewebshülle anschliessen, gewissen Veränderungen. Diese Veränderungen bestehen in der Ansammlung von Fettkügelchen innerhalb des Protoplasma der Zellen. Die in der Mitte der Drüse und im Lumen des Ausführungsganges liegenden Zellen sind am stärksten verändert; hier ist nämlich beinahe das ganze Protoplasma in Fett übergegangen, dessen Kügelchen in grössere Tropfen zusammenfliessen. Der Kern solcher Zellen schrumpft zusammen und stirbt ab; die Zelle zerfällt und ihr Inhalt bildet das Drüsensekret, den Hauttalg. Wir sehen, dass zur Bildung des Sekretes das Absterben der Zellen unumgänglich notwendig ist und dass eben diese zu Grunde gegangenen Zellen das eigentliche Sekret bilden.

Entsprechend dem Übergange der in der Mitte gelegenen Zellen in Talg werden dieselben durch Teilung und Vermehrung der peripher liegenden Zellen ersetzt. Diese Drüsen treten am Ende des vierten Monats des Fötallebens als solide Wucherungen der äusseren Wurzelscheide auf und die, welche ohne Haarbalg selbständig sich entwickeln, als in das Corium sich vertiefende Wucherungen der Keimschicht der Epidermis.

Die Schweissdrüsen.

Die Schweissdrüsen (Glandulae sudoriparae) sind über die ganze Oberfläche der Haut, mit Ausnahme der Innenfläche der Vorhaut, der Eichel und des roten Lippenrandes zerstreut. Es sind dies in der Regel einfache, tubulöse Drüsen und nur ausnahmsweise sind sie, wie die axillaren und circumanalen Drüsen, verästelt. Diese Drüsen heissen auch Knäueldrüsen deshalb, weil der untere Teil derselben einen Knäuel bildet.

An diesen Drüsen müssen wir zwei Teile unterscheiden, den unteren secernierenden, einen Knäuel bildenden und blind endigenden Teil, und den Ausführungsgang. (Fig. 214.) Der Knäuel befindet sich an der Grenze der Lederhaut und des subcutanen Gewebes oder er steckt ganz im subcutanen Fettgewebe. Der secernierende Teil des Drüsentubulus ist dicker und hat ein grösseres Lumen als der Ausführungsgang.

Im Ausführungsgange müssen zwei Abschnitte unterschieden werden: der leicht geschlängelt die ganze Lederhaut durchziehende, mit eigenen Wänden versehene, und der in der Epidermis liegende Abschnitt, welcher eigene Wände nicht besitzt. Der Ausführungsgang tritt immer zwischen den Papillen in die Epidermis ein und mündet an der Oberfläche des Stratum corneum mit einer rundlichen Schweisspore. (Fig. 214.)

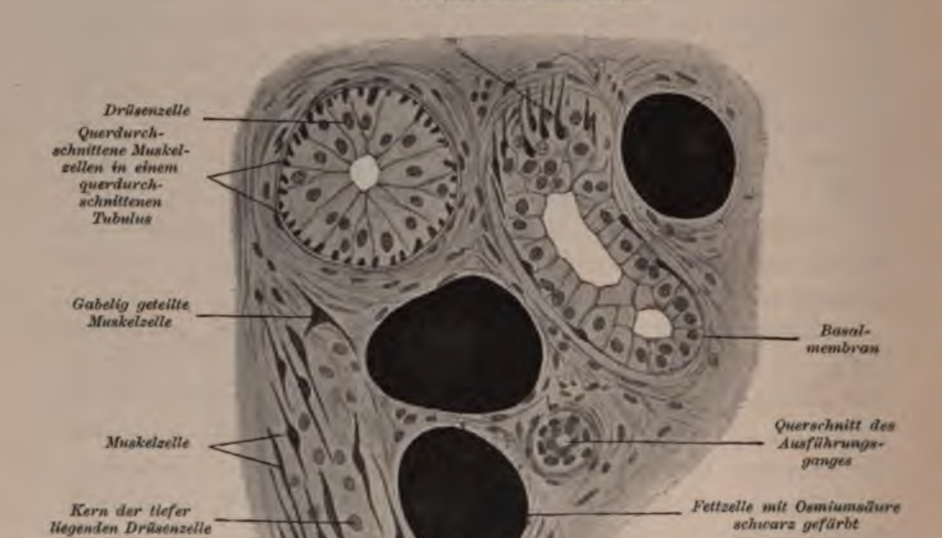


Fig. 228.

Einige Schweissdrüsenschläuche aus der Haut der Fingerbeere des Menschen. Ca. 350 mal vergrössert.

Was den feineren Bau betrifft, so ist derselbe in jedem Teile der Drüse ein anderer. (Fig. 228.) Im secernierenden, gewundenen Teile besteht die Wand des Tubulus aus einer Schicht kubischen Epithels, dessen Protoplasma feinkörnig ist, oft kleine Fetttröpfchen und braune Pigmentkörnchen enthält und an der freien Fläche eine Cuticula besitzt. Ausserhalb dieser Drüsenzellen finden wir immer in grösseren Drüsen eine Lage in Spiraltouren längsverlaufender, meist spindelförmiger,

glatter Muskelzellen. Die ausserhalb dieser Schicht den ganzen Tubulus umgebende Lage des Bindegewebes bildet die sog. Membrana propria. Die unmittelbar an die Drüse angrenzende Partie der Membrana propria stellt sich als eine strukturlose Basalmembran dar.

Der in der Lederhaut verlaufende Ausführungsgang unterscheidet sich von dem secernierenden Teile dadurch, dass er an Stelle glatter Muskelelemente eine zweite Schicht von Epithelzellen besitzt. Dieser Teil besteht demnach aus zwei Schichten von Epithelzellen und der Tunica propria. Der Ausführungsgang bildet, indem er in die Epidermis eintritt, spirale Windungen, verliert bald die eigenen Wände und ist von den Zellen jener Schicht der Epidermis, welche er eben durchzieht, begrenzt. Die zur Keimschicht der Epidermis gehörigen Zellen lagern und biegen sich konzentrisch zum Lumen des Ausführungsganges. Das Stratum granulosum biegt sich längs des Ausführungsganges nach unten ab und begleitet denselben eine kurze Strecke. (Fig. 217.)

Die Schweissdrüsen treten im fünften Embryonalmonat als solide Wucherungen der Keimschicht auf; im Verlaufe des Wachstums legen sie sich in leichte Windungen und erhalten im siebenten Monate ein Lumen.

Die Schweissdrüsen sind reichlich mit Nerven versehen. Marklose Fasern bilden an der Aussenfläche der Membrana propria ein feines Netz, aus welchem Fäserchen auslaufen und die Basalmembran durchziehen; sodann lagern sie sich auf der Oberfläche der Drüsenzellen und endigen hier in Form von feinen Endknöpfchen.

Gefässe und Nerven der Haut.

Die aus den tiefer gelegenen Partien zur Hautoberfläche verlaufenden Arterien bilden miteinander Anastomosen, wodurch in der unteren Partie der Lederhaut das parallel mit der Hautoberfläche ausgebreitete cutane Netz entsteht. (Taf. XL.) Von hier gehen Ästchen ab, welche wiederum im Fettgewebe ein dichtes Netz bilden und die Knäuel der Schweissdrüsen korbähnlich umflechten. Andere Ästchen verlaufen dagegen nach oben und dringen bis zur unteren Grenze des Stratum papillare vor. Hier bilden sie ein zweites Flächennetz, das subpapilläre Netz. Von diesem Netz zweigen sich wieder kapillare Endzweige nach oben ab, welche, in die Hauptpapillen eintretend,

Kapillarschlingen bilden. Diese geben den Ursprung den Venen, welche in die Tiefe der Haut eindringend und oft parallel mit den Arterien verlaufend, vier mehr weniger parallel zur Oberfläche der Haut ausgebreitete Geflechte bilden. Das erste feinste Geflecht liegt gleich am Boden der Papillen, das zweite in der nächsten Nähe des ersteren gleich unter dem Stratum papillare, das dritte ungefähr in der Mitte des Corium, das vierte endlich an der Grenze des Corium und Stratum subcutaneum.

Die Lymphgefässe bilden ein feineres und dichteres flächenhaft ausgebreitetes Netz im Stratum papillare, von welchem sich Schlingen in die Papillen abzweigen. Die von diesem Netz nach unten verlaufenden dickeren Gefässe bilden im Stratum subcutaneum ein zweites gröberes Netz.

Die Haut ist an einigen Stellen sehr reichlich mit Nerven versehen (Handfläche, Fussohle, äussere Genitalien), und weist zahlreiche Formen der Nervenendigungen auf, wodurch sie zum Tastorgan wird. In der Epidermis finden wir freie intraepitheliale Nervenendigungen und Merkel'sche Tastkörperchen, in den Papillen Meissner'sche Tastkörperchen und Endkolben, in der Subcutis Vater-Pacini'sche, Ruffini'sche und andere Körperchen. (Siehe Nervenendigungen.)

Anhang.

Die Milchdrüse.

Die Milchdrüse ist eine Hautdrüse, welche bei beiden Geschlechtern gleichartig angelegt ist und bis zum Eintritt der Geschlechtsreife in gleichem Masse sich entwickelt. Ihre epitheliale Anlage (Milchlinie, Milchleiste) tritt schon in den ersten Monaten des Embryonallebens auf. Von dem Zeitpunkte der Geschlechtsreife entwickelt sich diese Drüse beim Weibe weiter, unterliegt dagegen beim Manne einer langsamen Rückbildung.

Ihre höchste Entwickelung erreicht die Milchdrüse beim Weibe am Ende der Schwangerschaft, beginnt aber erst nach der Geburt zu funktionieren; es setzt alsdann die Milchsekretion oder Laktation ein. Somit ist die Funktion der Milchdrüse vom Geschlechtsleben abhängig.

Vor erreichter Geschlechtsreife besteht dieses ganze Organ bei beiden Geschlechtern, sowie auch beim erwachsenen Manne, vorwiegend aus Bindegewebe, in welchem verästelte Tubuli eingebettet sind, die den Ausführungsgängen der vollkommen entwickelten Drüse entsprechen, mit kolbigen Anschwellungen blind endigen und keine Endstücke aufweisen. Endstücke, wenn auch in unbedeutender Menge, finden wir beim erwachsenen Weibe, aber erst während der Schwangerschaft entwickeln sich dieselben in grosser Menge am Ende der feinsten Verästelungen der Ausführungsgänge. Die neugebildeten Äste treiben wieder neue Seitenzweige.

Die gut entwickelte Milchdrüse (am Ende der Schwangerschaft und während des Stillens) besteht aus 15—20 kegelförmigen Lappen (Lobi), welche radiär angeordnet sind. Jeder Lobus besteht aus sehr zahlreichen kleineren Läppchen (Lobuli), die einer grösseren Gruppe eng aneinanderliegender Endstücke entsprechen, welche ihrerseits in Form von Alveolen den Enden der Ausführungsgänge ansitzen. Diese letzteren gehen in grössere Gänge über, die schliesslich einen Milchgang bilden, welcher vor der Mündung an der Spitze der Brustwarze sich in ein kleines Milchsäckchen — Sinus lactiferus — erweitert. Jeder einzelne Lobus entspricht demnach eigentlich einer gesonderten zusammengesetzten alveolären Drüse, da er eine eigene Mündung auf der Brustwarze in einem sog. Porus lactiferus besitzt. Die einzelnen Lobi sind durch lockeres Bindgewebe, welches oft sehr viel Fett enthält, voneinander getrennt.

Was den feineren Bau betrifft, so unterscheidet sich dieser bei den Alveolen im Zustande der Ruhe von jenem während der Sekretion.

Die rundlichen oder birnförmigen Alveolen sind ausserhalb der Periode der Laktation klein und das dieselben auskleidende kubische Epithel weist körnige Zellen auf. Beim Übergang in den thätigen Zustand (am Ende der Schwangerschaft) vergrössern sich die Alveolen, zahlreiche Leukocyten wandern in ihr Lumen und die viele färbbare Körnchen enthaltenden Epithelzellen beginnen Fetttröpfchen zu produzieren, welche von Leukocyten aufgenommen diese letzteren in Kolostrumkörperchen umwandeln. Nach der Geburt werden die Drüsenzellen grösser und die Produktion der Fetttröpfchen nimmt zu. Jetzt trifft man in der Wand einer Alveole neben höheren, cylindrischen, sekret-

gefüllten Drüsenzellen niedrigere, sekretleere vor. Vor allem unterliegt der dem Lumen zugekehrte Teil der Zellen der Verfettung, wird abgestossen und die übrigbleibende, den Kern enthaltende Hälfte regeneriert sich. Dieser Regenerationsprozess kann sich in jeder Zelle mehrmals wiederholen. Es geht demnach beim Sekretionsvorgang nicht die ganze Zelle zu Grunde, wie dies bei Talgdrüsen der Fall ist, wo ganze Zellen der fettigen Degeneration unterliegen. Manchmal bemerkt man innerhalb einer Zelle zwei, auf dem Wege amitotischer Teilung entstandene Kerne, oft findet man dagegen im Lumen der Alveole freie, von den Epithelzellen ausgestossene Kerne, welche durch Chromatolyse zu Grunde gehen.

Die **Membrana propria** der Alveolen ist homogen und enthält an ihrer Innenfläche sternförmige **Korbzellen**, welche die Drüsenzellen korbartig umfassen. Das interstitielle, lockere, fetthaltige Bindegewebe der funktionierenden Drüse enthält im

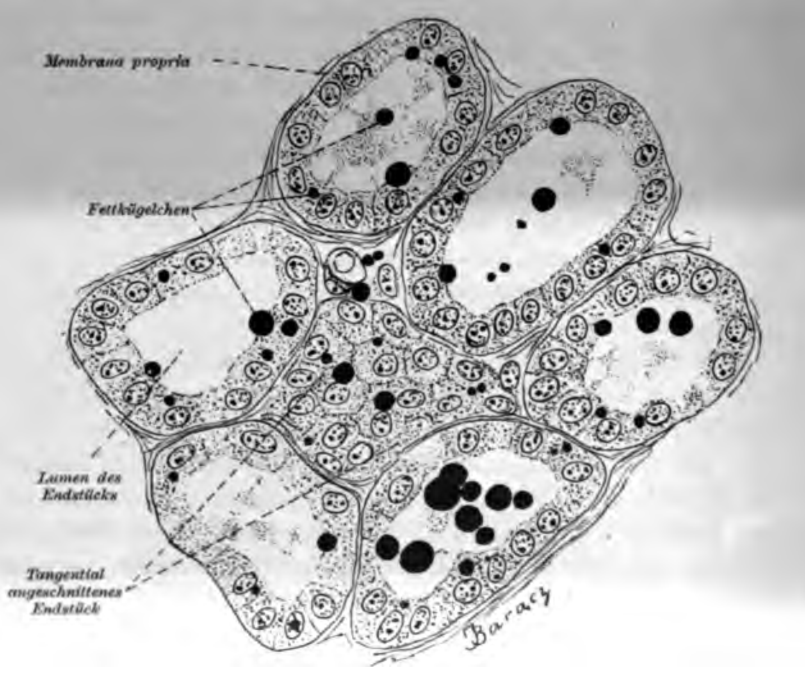


Fig. 230.

Stück eines Querschnittes der Milchdrüse eines Meerschweinchens während der Milchabsonderung.

Ca. 500 mal vergrössert.

Gegensatze zu den Verhältnissen während der Schwangerschaft nur wenig Leukocyten und eosinophile Zellen.

In einer Drüse, welche zu funktionieren aufgehört hat, entwickelt sich das interstitielle Bindegewebe entsprechend der Abnahme und dem Verschwinden der Drüsenalveoli stärker.

Die Ausführungsgänge sind mit einschichtigem Cylinderepithel ausgekleidet, welches in der Nähe der äusseren Mündung in geschichtetes Plattenepithel übergeht. Ausserhalb dieser Gänge ist fibrilläres, elastische Fasern enthaltendes Bindegewebe cirkulär angeordnet.

Während des Klimakteriums unterliegt die Drüse der Involution, indem ihre Alveolen und Gänge an Anzahl und Grösse stark abnehmen.

Die Haut der Brustwarze und des Warzenhofes ist stark pigmentiert, enthält grosse Papillen und glatte Muskelzellen, welche zum Teil cirkulär um die Mündungen, zum Teil dagegen längs der Brustwarze verlaufen. Die Haut des Warzenhofes enthält neben grossen Schweissdrüsen mehrere (ca. 12) grosse Talgdrüsen, sog. Montgomery'sche Drüsen — Glandulae areolares, welche ihrem Bau nach zwischen den Talgdrüsen und Milchdrüsen stehen und während der Schwangerschaft sich vergrössern.

Die von verschiedenen Seiten in das Drüsenparenchym eindringenden Blutgefässe zerfallen in ein dichtes Kapillarnetz, welches die Drüsengänge und Alveolen umspinnt. Die Lymphgefässe verlaufen in Form von kapillaren Netzen, sowohl im interstitiellen Bindegewebe, wie auch in der Haut des Warzenhofes und der Brustwarze, wo sie die Milchsäckchen umflechten.

Die in die Brustdrüsen eintretenden Nerven versehen teilweise die Blutgefässe, teilweise endigen sie im Drüsenparenchym ähnlich wie in den Speicheldrüsen, oder aber in Form von Meissner'schen und Vater-Pacini'schen Tastkörperchen in der Haut der Brustwarze und in den Endkolben an den grösseren Milchgängen. (W. Krause.)

Das Sekret der Brustdrüsen — die Milch — stellt eine Emulsion von sehr kleinen Fetttröpfchen dar, deren Grösse zwischen 1—5 μ variiert. Jedes Fettkügelchen ist von einer Schicht Casein umgeben, die das Zusammenfliessen der Fetttröpfchen verhindert.

Die Flüssigkeit, welche die Brustdrüsen dicht vor und in den ersten Tagen nach der Geburt ausscheiden, heisst Kolostrum, ist eine unreife Milch und unterscheidet sich von der letzteren

dadurch, dass die sog. Kolostrumkörperchen ihren Hauptbestandteil bilden. Es sind dies kernhaltige, mit feinen Fettkügelchen beladene Zellen, welche höchst wahrscheinlich in das Alveolenlumen ausgewanderte Leukocyten sind, wiewohl einige Autoren dieselben für ganz verfettete und abgestossene Drüsenzellen halten.

2. Sehorgan.

Das eigentliche Sehorgan besteht aus dem Augapfel (Bulbus oculi) und dem Sehnerven; überdies dienen als Schutzorgane desselben die Augenlider und der Thränenapparat.

Der Augapfel.

In der Wandung desselben können wir drei Schichten unterscheiden:

1. Tunica externa seu fibrosa, welche aus der undurchsichtigen Lederhaut (Sclera) und der durchsichtigen, im vorderen Abschnitte des Augapfels liegenden Hornhaut (Cornea) besteht.

2. Tunica media s. vasculosa, in welcher wiederum die Chorioidea, der Ciliarkörper und die Iris zu unterscheiden ist, und

3. Tunica interna, welche von der Netzhaut (Retina) gebildet wird.

Der Augapfel enthält im Innern neben dem Kammerwasser (Humor aqueus) geformte Teile: die Linse (Lens crystallina) und den Glaskörper (Corpus vitreum).

Tunica externa.

Die Cornea (Fig. 231) stellt eine 0·8—1·1 mm dicke Haut dar; wir können in derselben von vorn nach hinten nachstehende fünf Schichten unterscheiden:

1. die vordere Epithellage („Hornhautepithel"),
2. die Lamina elastica anterior,
3. die Substantia propria corneae,
4. die Lamina elastica posterior,
5. die hintere Epithellage („Hornhautendothel").

ad 1. Die oberflächlichste Lage bildet das Hornhautepithel. Es ist dies ein geschichtetes 5—8 Zellenlagen aufweisendes Pflasterepithel, circa 0·03 mm dick, dessen basale cylindrische Zellen enthaltende Schicht von mehreren Lagen

immer niedrigerer, unregelmässig polygonaler Zellen bedeckt ist. Diese Zellen gehen an der Oberfläche der Hornhaut in platte, aber immer noch kernhaltige Zellen über. Die Regeneration beginnt an den basalen cylindrischen Zellen, welche man oft in karyokinetischer Teilung vorfindet. Die Zellen sind, wie jene der Epidermis, durch feine Stacheln verbunden. Die untere Fläche des Hornhautepithels ist glatt, weil dort die Bindegewebspapillen fehlen. Dieses Epithel geht am Hornhautrande in das Epithel der Conjunctiva sclerae über.

ad 2. Die nächste beim Menschen stark entwickelte (0·01—0·02 mm dicke) Schicht ist die homogene, glashelle Lamina elastica anterior (Bowman'sche Membran, vordere Basalmembran).

Dieselbe lässt sich mittelst gewisser Reagentien (übermangansaures Kali, Rollet) in Fibrillen zerlegen. Ihre vordere Oberfläche zeigt feine Unebenheiten, welche in Zähnchen und Riffe der Unterfläche der Basalzellen eingreifen.

ad 3. Die Substantia propria bildet die Hauptmasse der Hornhaut. Sie besteht aus Bindegewebsfibrillen, welche mittelst interfibrillärer Kittsubstanz zu platten Lamellen verbunden sind. Dieser letzteren giebt es viele (beim Menschen ca. 60); sie sind parallel zur Hornhautoberfläche übereinander geschichtet und durch interlamelläre Kittsubstanz miteinander vereinigt. Die Fibrillen der Lamellen verlaufen in verschiedenen Richtungen und kreuzen sich unter verschiedenen Winkeln. Spärliche Bündel verlaufen schräg, indem sie die einzelnen



Fig. 232.



Fig. 233.

Aus den Flächenschnitten der Cornea des Ochsen.

Negatives Silberbild, Kanalsystem ist hell. Fig. 232 ca. 100 mal vergrössert. Fig. 233 ca. 260 mal vergrössert.

Lamellen mit ihren Nachbarlamellen verbinden. Es sind dies die sog. Fibrae arcuatae.

Die ganze Schicht der Substantia propria ist von einem Kanalsystem durchzogen, welches aus Saftkanälchen und Saftlücken besteht, die von seröser Flüssigkeit durchströmt werden. Der Nachweis des Saftkanalsystemes gelingt am besten mittelst der Silber- oder Chlorgoldimprägnation. Die erstere liefert negative Bilder — die Kanälchen und Lücken erscheinen farblos auf braunem Grunde, die zweite giebt im Gegenteil ein positives Bild des Kanalsystems, wobei sich die Zellen samt ihren Fortsätzen violett mitfärben. (Fig. 232, 233, 234.) Mittelst der Fettimprägnation und vorsichtigen Injektion lassen sich die Hornhautkanälchen und Lücken ebenfalls nachweisen.

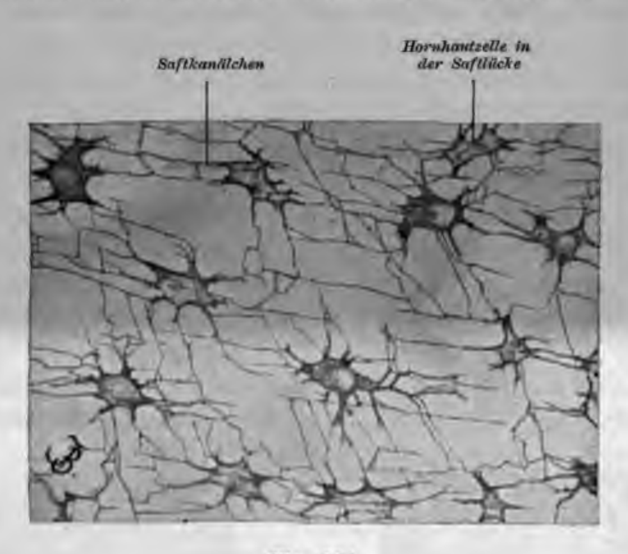


Fig. 234.

Aus einem Flächenschnitte der Cornea des Ochsen.

Positives, mittelst der Vergoldung dargestelltes Bild des Kanalsystems. Ca. 450 mal vergrössert.

In den Saftlücken liegen platte, grosse Kerne enthaltende, mit Fortsätzen versehene Bindegewebszellen, sog. fixe Hornhautzellen, welche der einen Wand der Saftlücke anliegen. Neben denselben kommen noch Wanderzellen vor.

ad 4. Die Lamina elastica posterior (Descemet'sche Membran, hintere Basalmembran) ist eine glänzende, nur 0·006 mm dicke elastische Haut.

ad. 5. Das „Hornhautendothel" besteht aus einer Lage niedriger, sechseckiger Zellen, deren Protoplasma Fasern durchziehen, die ähnlich wie im Stratum spinosum der Epidermis die Zellen miteinander verbinden.

Die Sclera entspricht in ihrem Bau der Substantia propria corneae mit dem Unterschiede, dass die Bindegewebsfibrillen zahlreiche elastische Fasern enthalten, von denen ein Teil Netze bildet, und dass die platten Bindegewebszellen in unregelmässig verteilten und gestalteten Saftlücken liegen. Die Fibrillenbündel sind schichtweise gelagert, wobei jedoch die Fasern der einen Schicht eine mehr meridionale, dagegen die Fasern der anderen Schicht eine mehr äquatoriale Richtung haben und sich gegenseitig durchflechten. Die Sclera weist an gewissen Stellen Pigmentanhäufungen auf, wie am Hornhautrande und in der Umgebung der Eintrittsstelle des Sehnerven.

An der inneren Oberfläche der Sclera finden wir lockeres, verästelte Pigmentzellen enthaltendes, zu dünnen Lamellen angeordnetes Bindegewebe, welches die Sclera mit der Chorioidea verbindet. Beim Lösen beider Schichten haftet ein Teil dieses Bindegewebes der Sklera, ein Teil dagegen der Chorioidea an. Diese Schicht unterscheiden wir als Lamina fusca sclerae oder Lamina suprachorioidea.

An der Stelle, wo der Sehnerv die Sclera durchdringt, finden wir nur eine Spur derselben in Form eines Gitterwerkes, als sog. Lamina cribrosa. Die Augenmuskeln heften sich an die Sclera in der Art an, dass ihre Sehnen in die Fibrillenbündel der Sclera übergehen. Die äussere Oberfläche der Sclera grenzt an die Conjunctiva sclerae, mit welcher sie durch das lockere subconjunctivale Bindegewebe verbunden ist.

Tunica media.

In der Chorioidea können wir mehrere Schichten unterscheiden (Fig. 235):

1. Die an die Lamina suprachorioidea unmittelbar anstossende, somit äusserste Schicht, enthält grosse Blutgefässe (Verzweigungen der Venae ciliares posticae s. vorticosae und der Arteriae ciliares posticae breves) und heisst Lamina vasculosa.

Ihre aus Bindegewebe bestehende Grundsubstanz, welche angesichts der groben, mit Lymphscheiden umgebenen Venen nur wenig hervortritt, enthält feine elastische Fasernetze, zahl-

reiche Pigmentzellen, längs der Arterien verlaufende Bündel glatter Muskelzellen und platte, schichtweise verteilte Zellen.

2. Die mehr nach innen liegende Lamina choriocapillaris besteht aus einer pigmentfreien, sehr spärlichen Grundsubstanz, welche ein dichtes kapillares Netz enthält. Dasselbe ist im Gebiete der Macula lutea am dichtesten.

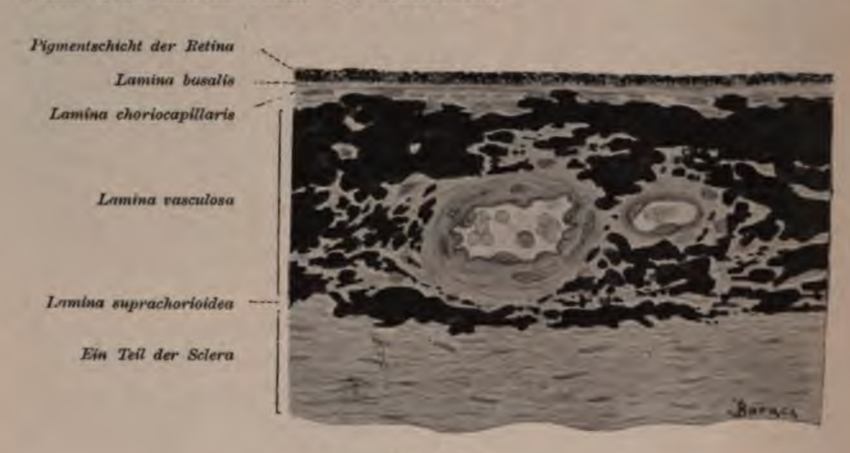


Fig. 235.

Senkrechter Schnitt durch die Chorioidea und einen Teil der Sclera eines Affen. Ca. 440 mal vergrössert.

3. Die Lamina basalis ist eine glashelle, sehr zarte Membran, welche an der Innenfläche der Chorioidea liegt und an das Pigmentepithel der Retina grenzt.

Das Corpus ciliare ist als die Fortsetzung der Chorioidea zu betrachten, welche sich von der Ora serrata bis zum äussersten Rande der Iris erstreckt. Es besteht aus dem sog. Orbiculus ciliaris, den Processus ciliares (Corona ciliaris) und dem Musculus ciliaris.

Der Orbiculus ciliaris weicht bezüglich des feineren Baues von der Chorioidea darin ab, dass er keine Choriocapillaris enthält, dass die Glashaut verdickt ist und sich durchkreuzende Fältchen (Reticulum der Glashaut, H. Müller) bildet. Die hierdurch entstandenen Vertiefungen sind mit Pigmentepithel der Retina ausgefüllt. Die Gefässe und die in diesem Teile enthaltenen Bündel der glatten Muskelzellen verlaufen in meridionaler Richtung.

Die Corona ciliaris (Fig. 236) besteht aus 70—80 leistenförmigen, meridional gerichteten Vorsprüngen (Processus

ciliares). Dieselben sind rings um die Linse kranzartig angeordnet, ca. 2 mm lang und bis 1 mm hoch. Die grösste Höhe erreichen ihre der Linse zugekehrten Enden, wobei sie jedoch den Rand derselben nicht berühren. Nach aussen grenzt die Grundsubstanz der Processus an den Musculus ciliaris, die Innenfläche derselben ist dagegen von der Lamina basalis bedeckt, welche an die Pigmentschicht der Pars ciliaris retinae grenzt.

Der Musculus ciliaris (Fig. 236) erscheint in Form eines flachen Ringes von ca. 3 mm Dicke. Er besteht aus glatten Muskelzellen, welche nach ihrem Verlauf in drei Abteilungen geschieden werden können:

1. Die äusserste (meridionale) Portion (Tensor chorioideae, Brücke) enthält Bündel von Muskelzellen, welche meridional verlaufen, nächst der Sclera liegen und lamellös angeordnet sind. Sie reichen vom Schlemm'schen Kanale bis zum Orbiculus ciliaris. 2. Ausserhalb desselben liegt die mittlere (radiäre) Abteilung des Ciliarmuskels. Ihre Bündel weisen eine radiäre Anordnung auf, so dass ein Teil derselben gegen den Mittelpunkt des Augapfels gerichtet ist und auf dem Meridionalschnitt sich fächerförmig darstellt (Fig. 236). 3. Die innere (circuläre) Portion des Muskels nimmt einen äquatorialen d. i. circulären Verlauf, so dass wir diesen Teil auch unter der Benennung des Müller'schen Ringmuskels zusammenfassen.

Die Regenbogenhaut, Iris, ist eigentlich als Fortsetzung der Chorioidea zu betrachten. Sie weist jedoch dadurch, dass in ihre vordere Fläche das „Hornhautendothel“ und in ihre hintere Fläche die Pigmentschicht der Netzhaut übergeht, nachstehende Schichten auf:

1. Das vordere Epithel ist aus einer einfachen Lage platter Zellen, welche die vordere Irisfläche bedeckt, gebildet. Bei älteren Individuen ist diese Schicht nicht mehr deutlich nachweisbar.

2. Die Grundschicht, Stroma iridis, besteht in ihrer vorderen Hälfte aus retikulärem Bindegewebe (die vordere Grenzschicht), im hinteren Teile dagegen aus lockerem Bindegewebe, welches sehr zahlreiche Gefässe enthält (daher ihre Benennung Gefässschicht). Die Gefässe, welche hier einen radiären Verlauf haben, besitzen keine Muskelschicht, dagegen ist ihre Adventitia mächtig entwickelt.

Glatte Muskelzellen bilden in diesem Teile der Iris Ansammlungen zweifacher Art: den Musculus sphincter pupillae

und den **Musculus dilatator pupillae.** Der erstere wird durch Bündel gebildet, welche circulär um den Pupillenrand der Iris in Form eines bis 1 mm breiten Bandes angeordnet sind. Der zweite tritt dagegen nicht in Form einer zusammenhängenden Schicht auf, sondern ist aus spärlichen Bündeln von radiärem Verlaufe zusammengesetzt.

Die im Bindegewebe des Stromas in verschiedener Menge enthaltenen Pigmentzellen verleihen der Iris die Farbe; bei hellen Augen fehlt das Pigment.

3. Die **hintere Grenzlamelle** (Bruch'sche Membran), welche eine Fortsetzung der Lamina basalis bildet, erscheint in Form einer glashellen, 2 μ dicken Haut.

4. Die **Pigmentschicht** der Iris oder die sog. **Pars iridica retinae.** Man kann in derselben zwei Zellschichten unterscheiden. Die Zellen der hinteren Schicht sind kubisch und stark pigmentiert, die der vorderen sind flach und enthalten nur wenig Pigment.

Eine spezielle Berücksichtigung verdient der sog. **Corneafalz**, d. i. diejenige Stelle, an welcher die Cornea in die Sclera übergeht und an welcher überdies die Iris und das Corpus ciliare zur äusseren Augenhaut in Beziehung tritt.

Die Sclera geht in die Cornea ganz direkt über, indem ihre Fibrillenbündel ohne Unterbrechung in die Cornea sich fortsetzen. Die kaum nachweisbare Übergangslinie ist eine schräge, indem sie von vorn aussen nach hinten innen verläuft.

In derselben Gegend heftet sich der Ciliarrand der Iris der inneren Fläche der äusseren Augenhaut an. Diese Anheftung geschieht mittelst des sog. Ligamentum pectinatum iridis. Es erscheint in Form eines, beim Menschen schwach ausgebildeten, feinen Balkenwerkes, welches bei manchen Tieren (Rind, Pferd, Schwein) zu bedeutender Entwickelung gelangt.

Die Bälkchen nehmen die Nische zwischen der Hornhaut und der Iris, d. i. den sog. **Iriswinkel** der vorderen Augenkammer ein und entstehen auf die Art, dass der Rand der **Descemet'schen** Haut sich in Fasern auflöst, welche in das obige Balkenwerk übergehen; hiezu kommen einerseits feine Bindegewebsbündel der Substantia propria corneae, andererseits dagegen bindegewebige und elastische Fasern des intermuskulären Gewebes des Ciliarmuskels und Zuzüge aus dem Irisstroma (sog. Irisfortsätze). Diese den Iriswinkel durchsetzenden Fasern bilden ein Netzwerk, dessen Bälkchen mit plattem Epithel (der Fort-

setzung des Hornhautendothels und des Epithels der vorderen Irisfläche) bekleidet sind und zwischen einander freie Räume, sog. Fontana'sche Räume einschliessen, welche beim Menschen sehr schwach entwickelt sind.

Tunica interna.

Die Netzhaut, Retina, ist die dritte und innerste Haut des Augapfels, welche die letzten Endigungen des Sehnerven enthält. Sie kleidet den ganzen Augenhintergrund aus und endet am Pupillarrande der Iris. Wir können in ihr drei Zonen unterscheiden:

1. Die Pars optica retinae, welche sich von der Eintrittsstelle des Sehnerven bis in die Nähe des Ciliarkörpers erstreckt, wo sie mit einer gezackten Linie — der Ora serrata — endet. Nur dieser dickste Teil der Netzhaut ist lichtempfindend.

2. Die Pars ciliaris retinae — von der Ora serrata bis zum Ciliarrande der Iris.

3. Die Pars iridica retinae — vom Ciliarrande bis zum Pupillarrande der Iris.

Wir wollen uns vor allem mit der ersten Zone befassen.

ad 1. Der Bau der Netzhaut in der Pars optica (Figg. 237 u. 239) ist teils wegen der grossen Anzahl der Schichten, welche in derselben zu unterscheiden sind, teils wegen des schwer zu lösenden gegenseitigen Verhältnisses der Elemente der einzelnen Schichten kompliziert. Es ist erst den neueren Untersuchungsmethoden — der vitalen Methylenblaufärbung und der Golgi'schen Imprägnierung — gelungen, diese Verhältnisse zu ergründen.

Wir können in der Netzhaut drei Hauptschichten unterscheiden: die äusserste Pigmentschicht, die Gehirnschicht und die innerste Neuroepithelschicht.

Die Gehirnschicht ist aus sechs, die Neuroepithelschicht aus vier Schichten zusammengesetzt, so dass die Netzhaut samt der Pigmentschicht im ganzen von aussen nach innen nachstehende elf Schichten aufweist:

1. Pigmentschicht,
2. Schicht der Stäbchen und Zäpfchen, } Neuroepithelschicht.
3. Membrana limitans externa,
4. Äussere Körnerschicht,
5. Henle'sche Faserschicht,

6. Äussere retikuläre (granulierte oder molekuläre) Schicht,
7. Äussere gangliöse Schicht (innere Körnerschicht),
8. Innere retikuläre (granulierte oder molekuläre) Schicht,
9. Innere gangliöse Schicht,
10. Nervenfaserschicht,
11. Membrana limitans interna.

} Gehirnschicht.

Wir wollen die Beschreibung der einzelnen Schichten mit der äussersten beginnen (Fig. 237). Die Elemente der Pigmentschicht sind gewöhnlich regelmässige, sechseckige Zellen, welche in einer einfachen Lage angeordnet sind. Der helle, etwas abgeplattete Kern liegt in der äusseren, pigmentfreien, der Chorioidea angrenzenden Hälfte der Zelle. Der innere, stark pigmentierte Teil der Zelle bildet lange, feine, fransenförmige Fortsätze, welche zwischen die Aussenglieder der demnächst zu beschreibenden Sehzellen eindringen. Das Pigment in Form von kleinen dunkelbraunen Körnchen und Stäbchen kann seinen Ort ändern und diese Ortveränderung ist abhängig von der Belichtung (Kühne). Infolge der Wirkung des Lichtes verteilen sich die Pigmentkörnchen mehr weniger gleichmässig in der ganzen Zelle, so dass auch die Stäbchen und Zapfen bis in die Nähe der Membrana limitans externa von denselben umhüllt sind. Infolge längerer Abwesenheit des Lichtreizes dagegen wandert das Pigment gegen die Aussenfläche und sammelt sich in einer dünnen Schicht im äusseren Teile der Zellen so, dass die Sehzellen von denselben ganz frei sind. Bei albinotischen Individuen fehlt in dieser Schicht das Pigment.

Die Neuroepithelschicht wird durch die Sehzellen gebildet. Die in ihr zu unterscheidenden drei Schichten: die Schicht der Stäbchen und Zapfen, die äussere Körnerschicht und die Henle'sche Schicht verdanken ihre Entstehung dem Umstande, dass gewisse Teile der Sehzellen nur in gewissen Höhen zu finden sind.

Die in diesem Teile auftretende Membrana limitans externa ist eine Bildung der Müller'schen Stützzellen (wovon später).

Wir unterscheiden zwei Gattungen von Sehzellen: Stäbchensehzellen und Zapfensehzellen (Fig. 237 b, c).

a) Die Stäbchensehzellen bestehen aus einem Stäbchen und einer Stäbchenfaser, welche den Kern enthält.

Die Stäbchen sind langgestreckte, cylindrische Gebilde von ca. 50 μ Länge bei 2 μ Dicke. Sie zerfallen wieder in zwei Teile: das Aussenglied und Innenglied. Das Aussenglied ist cylindrisch, glänzend und doppelbrechend, an der äusseren Basis geradlinig abgeschnitten; es enthält den Sehpurpur und zerfällt bei der Einwirkung einiger Reagentien in viele quere Scheibchen. Das Innenglied ist leicht spindelförmig, feinkörnig und einfach lichtbrechend. Die Stäbchen lassen an der Oberfläche eine Längsstreifung erkennen, welche möglicherweise durch längsverlaufende Eindrücke der Müller'schen Stützfasern und durch die Anlagerung der Fortsätze des Pigmentepithels verursacht wird. Im äusseren Teile des Innengliedes trifft man bei den meisten Wirbeltieren ein ellipsoides Gebilde an, welches einen faserigen Bau zeigt. Es ist dies das sog. Stäbchenellipsoid von Krause oder der Fadenapparat.

Nach innen setzt sich jedes Stäbchen in eine feine Faser — die Stäbchenfaser — fort. Diese Stäbchenfasern enden in der äusseren retikulären Schicht mit feinen kugelförmigen Verdickungen. Jede Stäbchenfaser zeigt in ihrem Verlaufe eine kernhaltige Anschwellung — das Stäbchenkorn. Dieses kann sich in verschiedenen Höhen entweder näher dem Stäbchen oder näher der Endanschwellung der Faser befinden, so dass die dasselbe enthaltende äussere Körnerschicht mehrere Lagen von Kernen aufweist. Die Stäbchenkerne weisen bei einer Reihe von Säugern (Katze, Kaninchen, Meerschweinchen, Pferd etc.) eine deutliche Querschichtung auf, welche auf der Anordnung der chromatischen Substanz in 2—4 gewöhnlich plattenförmige Segmente innerhalb der klaren, durchsichtigen Substanz (Kernsaft?) beruht. Beim Menschen zeigen die Stäbchenkerne eine Netzstruktur (Dogiel, Flemming, Schaper) und nur selten sehen wir eine undeutliche Querstreifung, welche durch ringförmig der Oberfläche des Kernes anliegende, verdickte Stränge des Chromatingerüstes bedingt ist.

b) Die Zapfensehzellen bestehen ebenfalls aus zwei Teilen, dem Zapfen und der Zapfenfaser.

Die Zapfen sind kürzer als die Stäbchen (ca. 30 μ lang) und weisen gleichfalls eine Zusammensetzung aus einem Aussenglied und einem Innenglied auf. Die Aussenglieder sind viel kürzer als die der Stäbchen und zeigen eine leicht konische Form; sie können auch in Querscheibchen zerfallen. Die Innenglieder sind ebenfalls etwas kürzer und viel dicker (ca. 6 μ)

als die der Stäbchen und sind bauchig aufgetrieben. Das Zapfen-ellipsoid (Fadenapparat) ist grösser als das des Stäbchens und liegt im peripheren Teile des Innengliedes, indem es ungefähr zwei Drittel desselben einnimmt.

Nach innen verlängert sich der Zapfen in eine Zapfenfaser. An der Stelle des Überganges dieser beiden Teile der Zapfensehzellen dicht nach innen von der Membrana limitans ext. liegt die kernhaltige Anschwellung — das Zapfenkorn. Die Zapfenfasern endigen in der äusseren retikulären Schicht mit einer konischen Verbreiterung, von welcher kurze, flächenhaft ausgebreitete Fäserchen ausgehen.

Die Zahl der Stäbchen übertrifft bei weitem die der Zapfen; sie sind mehr weniger gleichmässig verteilt, so dass auf einem senkrechten Schnitt gewöhnlich 2—3 Stäbchen zwischen zwei Zapfen zu liegen kommen.

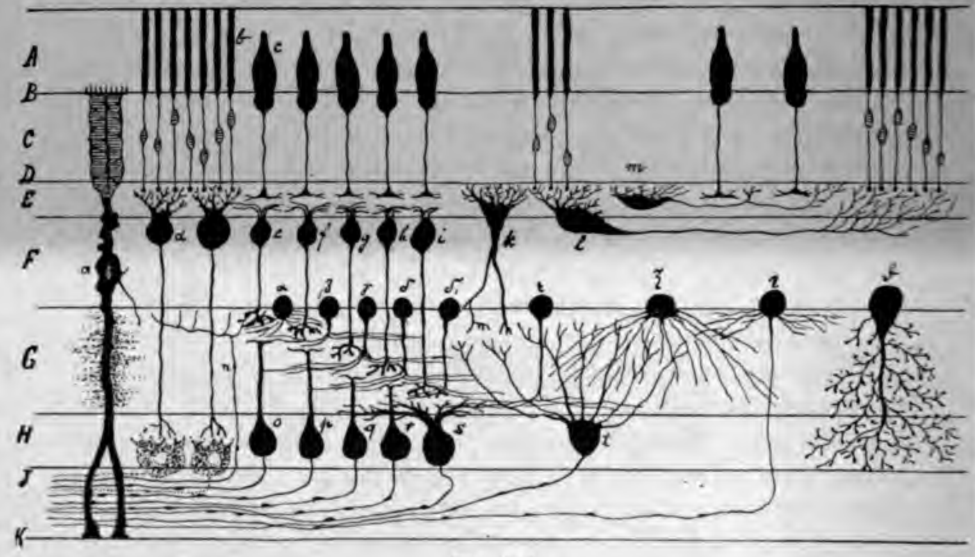


Fig. 237.

Schema der Retina, zusammengestellt von Kallius nach den Arbeiten von Ramón y Cajal.

A = Schicht der Stäbchen und Zapfen; *B* = Membrana limitans externa; *C* = äussere Körnerschicht; *D* = Henle'sche Faserschicht; *E* = äussere retikuläre Schicht; *F* = äussere gangliöse Schicht; *G* = innere retikuläre Schicht; *H* = innere gangliöse Schicht; *J* = Nervenfaserschicht; *K* = Membrana limitans interna; *a* = Müller'sche Stützzelle; *b* = Stäbchen; *c* = Zapfen; *d* = zu einem Stäbchen gehörige bipolare Zelle; *e*—*i* = zu den Zapfen gehörige bipolare Zellen; *k*—*m* = horizontale Zellen; *n* = zentrifugale Nervenfaser; *o*—*t* = Ganglienzellen des Optikus; α—ε = geschichtete Spongioblasten (Amakrinen); ζ ϑ = diffuse Amakrinen; η = nervöser Spongioblast. (Aus Merkel-Bonnet: Ergebnisse der Anatomie und Entwickelungsgeschichte Bd. II S. 251.)

Es liegen demnach die Stäbchen und Zapfen in einer Reihe (Fig. 237 A). Ihre untere Grenze ist durch die Membrana limitans ext. (B), einer Bildung der Müller'schen Fasern bezeichnet. Ausserhalb derselben liegen die Stäbchen- und Zapfenfasern samt ihren Kernen (Körner), indem sie die äussere Körnerschicht (C) bilden. Die Körnerschicht enthält gewöhnlich dicht aneinander gedrängte Körner, dagegen sind in der Umgebung der Macula lutea die inneren Abschnitte der Stäbchen- und Zapfenfasern bedeutend verlängert und bilden die sog. Henle'sche Faserschicht (D), welche keine Körner enthält.

Zur Bildung der äusseren retikulären Schicht (E) tragen, neben der Stützsubstanz, die verdickten Enden der Sehzellenfasern und die Endverzweigungen der Fortsätze der Zellen bei, deren Körper in der angrenzenden äusseren gangliösen Schicht liegen.

Den Hauptbestandteil der äusseren gangliösen Schicht (innere Körnerschicht, Ganglion retinae) *(F)* bilden bipolare Ganglienzellen, deren Fortsätze in der äusseren resp. inneren retikulären Schicht mit baumförmigen Verästelungen endigen. Einige Zellen (Fig. 237 d) vermitteln den Zusammenhang zwischen den Stäbchenzellen und Opticusfasern auf die Art, dass die nach aussen gerichteten Verästelungen mit den Enden der Stäbchenzellen in Kontakt treten, während der innere Fortsatz bis zur inneren Grenze der inneren retikulären Schicht gelangt, um dort die Ganglienzellen zu umgreifen. Andere Zellen *(e—i)* treten mittelst ihrer Fortsätze, welche in die äussere retikuläre Schicht gesendet werden, mit den konisch verbreiterten Enden der Zapfenfasern in Berührung, ihr innerer Fortsatz dagegen tritt in die innere retikuläre Schicht ein, wo er in verschiedenen Höhen mit entsprechenden Ausbreitungen des protoplasmatischen Fortsatzes der Ganglienzellen in Kontakt kommt.

Neben diesen Zellen finden wir an der inneren Grenze dieser Schicht Zellen (nach W. Müller — Spongioblasten, nach Kallius — pararetikuläre Zellen genannt), welche die gemeinsame Eigentümlichkeit haben, dass alle ihre Fortsätze in die innere retikuläre Schicht ziehen. Unter diesen Zellen kann man nach Ramón y Cajal vor allem solche unterscheiden, in welchen kein Achsencylinderfortsatz nachweisbar ist (Amakrinen α—ζ und ϑ). Von diesen geben einige ihre Endverzweigungen nur in gewissen Höhen ($\alpha-\varepsilon$ = Zellen mit schichten-

weiser Anordnung der Dendriten) ab, andere dagegen entsenden ihre Fortsätze diffus an die ganze Dicke der inneren retikulären Schicht (ζ, ϑ).

Neben amakrinen Zellen finden wir in derselben Reihe bei einigen Tiergattungen Zellen, welche einen in eine Optikusfaser übergehenden Achsencylinderfortsatz abgeben. (Dogiel, η = nervöse Spongioblasten.) Es giebt hier endlich auch Zellen, welche einen oder mehrere Hauptfortsätze besitzen, welche jedoch die Grenzen der Netzhaut nicht überschreiten und in der äusseren Oberfläche der inneren retikulären Schicht sich ausbreiten. Diese Zellen ähneln sehr den sog. horizontalen Zellen (Ramón y Cajal), welche in den äusseren Partien der äusseren gangliösen Schicht an der Grenze der äusseren retikulären Substanz liegen. Diese Zellen verdanken dem Umstande ihre Benennung, dass ihre längste Achse parallel der Flächenausdehnung der Netzhaut liegt. Es sind dies Ganglienzellen, deren Körper zahlreiche, kurze, aufsteigende, innerhalb der äusseren retikulären Schicht sich reich verästelnde Fortsätze (Dendriten) abgiebt, sowie einen langen, feinen, horizontal verlaufenden Achsencylinderfortsatz, der sich am Ende in zahlreiche Ästchen auflöst. Man kann zwei Gattungen dieser Zellen unterscheiden: Die äusseren kleineren *(m)*, deren Achsencylinderfortsatz mittelst seiner Endästchen mit den Enden der Zapfenfasern und die inneren grossen *(l)*, deren langer Fortsatz mit den Endknöpfchen der Stäbchenfasern in Kontakt tritt. Diese Zellen verbinden ziemlich entfernte Netzhautgebiete und dienen wahrscheinlich der Associierung der Reize innerhalb der Retina.

Überdies finden wir in dieser Schicht Zellen *(k)*, die neben ähnlichen aufsteigenden noch absteigende Fortsätze aussenden, welche in der inneren retikulären Substanz endigen. Auch Kerne der Müller'schen Fasern liegen in der Höhe dieser Schicht.

Die nächstfolgende innere retikuläre Schicht (auch innere granulierte oder molekuläre Schicht genannt, Fig. 237 G) stellt ein feines Netzwerk dar, welches seine Entstehung hauptsächlich den sich verästelnden Fortsätzen der Zellen der äusseren gangliösen Schicht, sowie den Dendriten der Zellen der inneren Ganglienzellenschicht verdankt. Diese Schicht ist parallel zur Oberfläche der Retina gestreift, was davon herrührt, dass die Verästelungen gewisser Zellen in bestimmten Höhen liegen und gleichsam in Etagen angeordnet sind. Zwischen die am weitesten

nach aussen liegenden Verästelungen der zu den Zapfen gehörigen bipolaren Zellen *(e—i)* und zwischen die am weitesten nach innen sich verästelnden Dendriten der Ganglienzellen *(o—s)* schieben sich die feinen Fortsätze der Amakrinen ein (α—ε). Überdies nehmen an diesem Netzwerk auch feine Seitenästchen der Müller'schen Fasern *(a)* Teil.

Die innere Ganglienzellenschicht (Ganglion nervi optici, Fig. 237 H) besteht aus multipolaren Ganglienzellen mit mehreren Protoplasmafortsätzen, die sich nach aussen richten und in gewissen Höhen der inneren retikulären Schicht sich in feine Äste auflösen. Was das gegenseitige Verhältnis der Ganglienzellen betrifft, so machen sich zwei geradezu entgegengesetzte Anschauungen geltend. Retzius und Cajal lassen jede Ganglienzelle sich verästeln, ohne dass dieselben mit anderen anastomosieren. Dogiel behauptet dagegen auf das Entschiedenste, dass die Protoplasmafortsätze aller Ganglienzellen der Retina sich untereinander vereinigen und ein Netz bilden. Der Achsencylinderfortsatz richtet sich nach innen und kommt als selbständige Nervenfaser in die Nervenfaserschicht zu liegen.

Es kommt in der Retina des Menschen vor, dass manche Ganglienzelle mit einer anderen durch eine kurze Brücke verbunden ist. Es sind dies die sog. Zwillingszellen (Dogiel, Greeff). Eine solche Brücke kann sehr verschieden lang sein und ist nichts anderes als ein dicker Protoplasmafortsatz, welcher in den Körper der Nachbarzelle übergeht. Nur eine dieser verbundenen Zellen besitzt einen Achsencylinderfortsatz, welcher in die Nervenfaserschicht übergeht.

In dieser Schicht liegen ebenfalls Zellen *(t)*, deren Protoplasmafortsätze diffus die ganze Dicke der inneren retikulären Schicht durchziehen, mit den Stäbchen und Zapfen aber in keine Beziehung treten.

Die Nervenfaserschicht (Fig. 237 J) enthält die Fasern des Sehnerven, welche von der Papilla nervi optici strahlenförmig in alle Richtungen auseinandergehen. Diese Schicht erscheint am stärksten an der Eintrittsstelle des Sehnerven (Fig. 238). Sie enthält nur nackte Achsencylinder. Dieselben stellen zum überwiegenden Teil zentripetale Fasern dar, welche Fortsätze der in der Nachbarschicht *(H)* der Netzhaut liegenden Zellen bilden, zum geringen Teil sind sie dagegen höchstwahrscheinlich zentrifugale Fasern (Cajal) *(n)*, welche Fortsätze der im Gehirn gelegenen Ganglienzellen bilden. Die Mehrzahl dieser

Fasern bildet mittelst ihrer Endverzweigungen ein pericelluläres Geflecht um die Zellen, welche in der äusseren Partie der inneren retikulären Schicht (d. i. rings um die pararetikulären Zellen, **Dogiel**) liegen, ein Teil dagegen endet frei, indem dieselben auch in die, mehr nach aussen gelegenen Schichten hineingelangen (**Dogiel**).

Die **Membrana limitans interna** *(K)*, welche die innerste Schicht der Netzhaut bildet, ist ein Gebilde der **Müller**'schen **Stützzellen** (**Stützfasern**, Radiärfasern).

Die **Müller**'schen **Fasern** bilden das Stützgewebe der Netzhaut. Sie haben grosse Ähnlichkeit mit den Ependymzellen des embryonalen Rückenmarkes. Es sind dies Elemente epithelialer Natur (ektodermaler Herkunft), welche in Form von langgestreckten Zellen, die die ganze Dicke der Netzhaut durchziehen, auftreten. Das innere Ende der Stützfaser ist kegelförmig verbreitert und zeigt einen faserigen Bau (Radialfaserkegel). Infolge der Verschmelzung dieser kegelförmigen Fussplatten wird eine Membran vorgetäuscht — die **Membrana limitans interna**. Von hier nach aussen ziehend, verschmälern sich die Stützzellen bedeutend, geben in beiden retikulären Schichten nach allen Richtungen zarte Fortsätze ab und tragen in der Höhe der äusseren granulierten Schicht einen ellipsoidischen Kern. In der äusseren gangliösen und äusseren Körnerschicht zeigt die Stützfaser zahlreiche muldenförmige Eindrücke, als Folge der Anlagerung der Zellen, für welche sie eine Stütze bildet. An der Basis der Stäbchen und Zapfen finden wir die **Membrana limitans externa**, welche aus einer membranösen Verbreiterung der Stützfasern besteht. Von ihrer Oberfläche erheben sich in senkrechter Richtung feine Fortsätze, welche sog. **Faserkörbe** bilden, die die Basen der Stäbchen und Zapfen umschliessen.

Neben den **Müller**'schen Fasern bilden auch **Neurogliazellen** (Spinnenzellen), welche im Opticus ebenfalls zahlreich vorkommen, das Stützgewebe der Retina.

Aus der obigen Darstellung des Baues der Retina ergiebt sich, dass die Lichterregung auf folgende Art zum Gehirn gelangt: die Stäbchen- und Zapfensehzellen (Sinnes-Neuroepithelzellen), welche man als ersten Neuron ansehen kann, nehmen den Lichtreiz auf; von hier teilt sich derselbe den bipolaren Zellen der äusseren Ganglienzellschicht (dem zweiten Neuron) mit, von wo er schliesslich zu den Zellen der Ganglienzellen-

schicht (dem dritten Neuron) sich fortpflanzend von Fasern des Sehnerven zum Gehirne geleitet wird. Der Zusammenhang dieser Zellen wird durch den Kontakt in den beiden retikulären Schichten hergestellt.

Die Retina ist in der Macula lutea, an der Papilla n. optici (siehe Sehnerv) und an der Ora serrata anders gebaut.

Die Retina enthält in der Gegend der Macula lutea einen die Gehirnschicht diffus durchtränkenden gelben Farbstoff, welcher diesem Teile eine gelbliche Färbung verleiht. In der Nähe der Macula lutea wird vor allem die innere Ganglienzellenschicht bedeutend dicker, indem sie hier aus mehreren Lagen von Ganglienzellen (bis 9) besteht. Auch die äussere ganglиöse Schicht erscheint hier breiter. Die Schicht der Stäbchen- und Zapfensehzellen enthält je näher der Macula desto weniger Stäbchen, so dass in der Macula lutea selbst nur etwas längere und schmälere Zapfensehzellen vorhanden sind. Da die letzteren ihre Kerne in der Nähe des Zapfens besitzen und die Zapfenfasern in ihrem Verlaufe zur äusseren retikulären Schicht einen langen Bogen beschreiben, so ist die Henle'sche Faserschicht nirgends so stark entwickelt, wie an dieser Stelle.

Im Zentrum der Macula lutea finden wir an der inneren Oberfläche infolge der bedeutenden Verdünnung der Retinaschichten eine Vertiefung — die Fovea centralis. Diese Einsenkung kommt dadurch zu stande, dass die Schichten sich an dieser Stelle plötzlich verdünnen, mit einander verschmelzen, ja sogar ganz verschwinden. Zuerst hört die Nervenfaserschicht auf, sodann verschwinden beide Ganglienzellenschichten, so dass wir im Fundus foveae selbst nur eine Neuroepithelschicht vorfinden. Bei dem gänzlichen Mangel der im Bereich der Macula gelblich gefärbten Gehirnschicht erscheint der Fundus foveae farblos.

In der Gegend der Ora serrata findet ebenfalls eine bedeutende Dickenabnahme der Retina infolge des Aufhörens der Retinaschichten statt. Zuerst verschwindet die Nervenfaser- und Ganglienzellenschicht, sodann ändert die Sehzellenschicht ihren Bau, schliesslich hört die äussere und innere retikuläre Schicht auf. Die äussere Körnerschicht fliesst mit der äusseren gangliösen Schicht zusammen. Schon in einer gewissen Entfernung von der Ora serrata verschwinden die Stäbchensehzellen, sodann ändern die Zapfensehzellen ihren typischen Charakter und gehen schliesslich in ein einschichtiges Cylinderepithel über.

Die Müller'schen Zellen gelangen hier zu einer bedeutenden Entwicklung.

ad 2. In der Pars ciliaris retinae treffen wir nur zwei Schichten von Zellen an: nach aussen das Pigmentepithel, nach innen dagegen eine Lage hoher Cylinderzellen, welche aus der Neuroepithelschicht hervorgegangen sind. Diese Cylinderzellen nehmen die Stelle der Schicht der Sehzellen und der äusseren Körnerschicht ein, welche wir noch an der Ora serrata bemerken.

ad 3. Pars iridica retinae — siehe Iris S. 340.

Der Sehnerv.

Der Nervus opticus erhält drei Scheiden, welche als Fortsetzungen der Gehirnhäute zu betrachten sind. (Fig. 238.)

Die Dura mater bildet die äusserste Scheide, die Arachnoidea die zweite, die dem Nerven anliegende innerste rührt von der Pia mater her und sendet septa zwischen die einzelnen Nervenfaserbündel. Zwischen der Fortsetzung der Dura mater und der Arachnoidea einerseits, sodann zwischen der Arachnoidea und der Pia mater andererseits bestehen zwei Spalträume, von denen der erstere mit dem Subduralraume, der zweite dagegen mit dem Subarachnoidealraume in Verbindung steht. Alle drei Scheiden sind mittelst Bindegewebsbälkchen, welche die Spalträume durchsetzen, miteinander verbunden.

An der Eintrittsstelle des Sehnerven in den Bulbus geht die Dural- und die Pialscheide in die Sclera über, die Arachnoidea löst sich dagegen, ohne die Sclera zu erreichen, in Fasern auf, so dass der Subdural- mit dem Subarachnoidealraume kommuniziert.

An der Stelle des Sehnerveneintrittes werden die Sclera und Chorioidea vom Sehnerven siebartig durchlöchert und zu einem Gitterwerk reduziert, welches wir als Lamina cribrosa bezeichnen.

Die Fasern des Sehnerven sind markhaltig, besitzen jedoch keine Schwann'sche Scheide. Während des Durchtrittes des Nerven durch die Sclera und Chorioidea verlieren die Nervenfasern ihre Markscheiden und gehen als nackte Achsencylinder auf die innere Fläche der Retina über, indem sie dort die Opticusfaserschicht bilden. Infolge des Verlustes der Markscheide wird der durchtretende Sehnerv bedeutend dünner.

Die Linse.

In der Linse können wir die **Substantia lentis** und die **Linsenkapsel** unterscheiden. Letztere überzieht die Substantia lentis. Die Linse ist ein epitheliales Gebilde. Sie besteht in der embryonalen Anlage aus cylindrischem Epithel, welches mit fortschreitender Entwicklung an der hinteren Oberfläche an Höhe zunimmt, bis es sich endlich in kolossal in die Länge gezogene Zellen — die **Linsenfasern** — umwandelt.

Beim Erwachsenen besteht demnach die **Substantia lentis** vor allem aus Linsenfasern, welche an der Vorderfläche von ein-

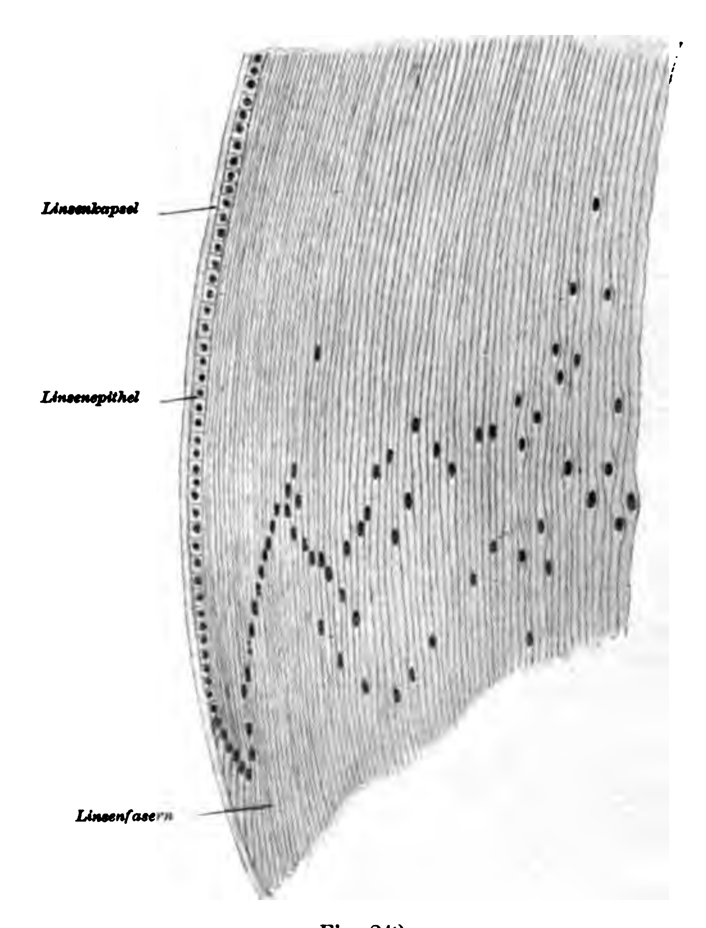


Fig. 240.

Stück eines Meridionalschnittes durch den Linsenrand vom Affen.

Ca. 200 mal vergrössert.

schichtigem kubischen Linsenepithel bedeckt sind. Das letzte reicht genau bis zum Äquator. An dieser Stelle bemerken wir, dass die Epithelzellen, an Höhe zunehmend, in Linsenfasern übergehen.

Die Linsenfasern erscheinen in Form von sechseckigen, abgeflachten Prismen, welche an ihrem hinteren Ende verdickt sind. Sie verlaufen in meridionaler Richtung von der vorderen Fläche zur hinteren. Eine geringe Menge Kittsubstanz verbindet die Fasern miteinander. Die Linsenfasern der Rindensubstanz haben in der Gegend des Äquators einen ovalen Kern, die der zentralen Linsenpartie dagegen besitzen keine Kerne und haben eine gezähnelte Oberfläche.

Die Linsenkapsel ist eine glashelle Haut, welche an der vorderen Fläche dicker ist (10—15 μ) als an der hinteren (5—7 μ). Sie weist eine der Oberfläche parallele Streifung auf und lässt sich in Lamellen zerlegen. Ihr Verhalten Reagentien gegenüber lässt sie weder der leimgebenden, noch der elastischen Substanz beizählen. Sie ist wahrscheinlich teils eine Kutikularbildung, teils bindegewebiger Natur.

Der Glaskörper und die Zonula ciliaris.

Der Glaskörper ist ein ungemein wasserreiches Gewebe; es enthält nämlich beinahe 98 % Glaskörperflüssigkeit (Humor vitreus). Die festen Teile erscheinen als feine, sich kreuzende Bindegewebsfibrillen, Bindegewebszellen von wechselnder Form und Wanderzellen (Leukocyten).

Der ganze Glaskörper ist von einer glashellen, strukturlosen Haut — der Membrana hyaloidea — überzogen, welche nach aussen der Membrana limitans interna retinae anliegt.

In der Gegend der Ora serrata zweigen sich von der Oberfläche der Membrana hyaloidea, sowie von den Processus ciliares Züge feiner Fasern ab und verlaufen in meridionaler Richtung gegen die Linse, um sich an ihrer Kapsel anzuheften. Die Insertion der Fasern an der Linse nimmt eine breite Zone am Äquator ein, welche weit auf die vordere und hintere Fläche der Linse reicht. Die Gesamtheit dieser Fasern (Fibrae zonulares) bilden die Zonula ciliaris, welche den Befestigungsapparat der Linse darstellt.

Die Fasern der Zonula und die äquatoriale Zone der Linse begrenzen ein ganzes System von grösseren und kleineren Spalt-

räumen — Spatia zonularia — (Canalis Petiti), welche mit der hinteren Augenkammer im Zusammenhange stehen.

Blutgefässe des Augapfels.

Im Augapfel unterscheiden wir zwei Systeme von Blutgefässen, das Netzhautsystem und das Ciliarsystem. (Taf. XLIX, Fig. 241.) Beide Systeme sind scharf getrennt und anastomosieren bloss an der Eintrittsstelle miteinander.

Das Netzhautgefässystem wird von den Vasa centralia retinae gebildet.

Die Arteria centralis retinae (Fig. 241 α) tritt in die Achse des Sehnerven bis unter die Oberfläche der Papilla nervi optici selbst ein, wo sie sich in zwei Hauptäste spaltet, von welchen der eine nach aufwärts, der andere nach abwärts verläuft. Jeder derselben zerfällt innerhalb der Nervenfaserschicht in zahlreiche kleine Äste und diese sodann in ein Kapillarnetz, welches bloss die Gehirnschicht der ganzen Pars optica retinae bis zur Ora serrata versorgt. Die Neuroepithelschicht, also auch die Fovea centralis sind gefässlos. Die Zweige der Netzhautarterie bilden sog. Endarterien, denn sie anastomosieren nur miteinander vermittelst stärkerer Äste.

Die aus den Kapillaren entstandenen Venen verlaufen parallel mit den Arterien und vereinigen sich schliesslich zu zwei Hauptästen, welche eine in der Achse des Sehnerven gelegene Vena centralis retinae (α_1) bilden. Die Arterie gibt unterwegs kleine Äste zwischen die Nervenfaserbündel des Sehnerven ab, deren einige mit den Scheidengefässen (241 β), andere dagegen mit den Zweigen der Arteriae ciliares posticae breves (γ) anastomosieren. Ausserdem hängen die Ästchen der Vasa centralia retinae am Sehnervenrande mit den feineren Gefässen und Kapillaren der Chorioidea zusammen (δ).

Im Auge von Embryonen treffen wir ein Gefäss an, welches bloss vorübergehend besteht und eigentlich ein Ausläufer der Arteria centralis retinae ist. Dieses Gefäss — die Arteria hyaloidea — durchzieht den Glaskörper bis zur hinteren Fläche der Linse, versorgt reichlich die Linsenkapsel und verästelt sich im Glaskörper. Dieses Gefäss bildet sich schon vor der Geburt zurück und hinterlässt als Rest den sog. Cloquet'schen Kanal (Canalis hyaloideus), welcher mit Flüssigkeit erfüllt ist.

Das **Ciliargefässystem** wird durch
a) die Arteriae ciliares posticae breves,
b) die Arteriae ciliares posticae longae und
c) die Arteriae ciliares anticae gebildet.

Die ersteren versorgen den glatten Teil der Chorioidea, die beiden letzteren dagegen vor allem das Corpus ciliare und die Iris.

ad a). Die **Arteriae ciliares posticae breves** (römische Zahlen) (I) durchbohren mit 18—20 Zweigen in der Umgebung des Sehnerveneintrittes die Sclera und lösen sich in das dichte Kapillarnetz der Lamina choriocapillaris (III) auf. Unterwegs geben sie Ästchen ab, welche die Scleraoberfläche der hinteren Hälfte des Augapfels versorgen und gehen mit Ästen der Arteria centralis retinae (γ), der Arteriae ciliares posticae longae und der Arteriae ciliares anticae *(c)* Anastomosen ein.

ad b). Die **Arteriae ciliares posticae longae** (arabische Zahlen) (1), eine mediale und eine laterale, durchbohren die Sclera und ziehen zwischen der Chorioidea und der Sclera bis zum Corpus ciliare, wo sie am Ciliarrande der Iris den **Circulus arteriosus iridis major** (2) bilden. Von diesem zweigen sich Ästchen ab, welche die Processus ciliares (3) und die Iris versorgen und am Pupillarrande der Iris den **Circulus iridis minor** bilden.

ad c). Die **Arteriae ciliares anticae** (kleine lateinische Buchstaben), (a) entspringen aus den Arterien der vier geraden Augenmuskel und geben, indem sie sich teilen, für die vordere Hälfte der Sclera (d), an die Conjunctiva sclerae (e) und zum Cornealrande Zweige ab und durchbohren sodann die Sclera. Hier versorgen einige Ästchen den Ciliarmuskel, andere treten mit dem Circulus iridis major (b) oder der Lamina choriocapillaris (c) in Verbindung.

Die den Cornealrand versorgenden Kapillarschlingen stammen also von Arterien des vordersten Teiles der Conjunctiva sclerae ab, bilden das sog. **Randschlingennetz** und gehen in die darunter liegenden Venen über. Die mittleren Partien der Hornhaut sind bei entwickelten Wirbeltieren und beim Menschen vollkommen gefässlos.

Beinahe das ganze, durch die Arteriae ciliares posticae eingeführte Blut sammelt sich in die **Wirtelvenen** (**Vv. vorticosae**). Diese Venen (Taf. XLIX. Fig. 241 V) sind dadurch charakterisiert, dass sie einen ganz anderen Verlauf haben als

die betreffenden Arterien. Die Venae vorticosae treten gewöhnlich in der Anzahl von vier, seltener 5—6 Stämmchen auf, welche in der Gegend des Äquators des Augapfels infolge des von allen Seiten stattfindenden Zusammenfliessens zahlreicher venöser Äste entstehen und die Sclera durchbohren, um in eine der Venae ophtalmicae einzumünden.

Angesichts dieser Hauptabzugswege des Blutes aus der Chorioidea, dem Corpus ciliare und der Iris treten andere Venen — die Venae ciliares posticae breves *(l_1)* und Venae ciliares anticae, welche einen mit den Arterien mehr weniger parallelen Verlauf nehmen, in den Hintergrund. Die Venae ciliares anticae *(a_1)* leiten das Blut vom Ciliarmuskel ab, nehmen hiebei Blut aus den Venen des ringförmigen, in der Sclera gelegenen Schlemm'schen Kanals (S) auf und leiten ausserdem das Blut von dem episcleralen Bindegewebe (d_1) (ein Teil des Blutes ergiesst sich von hier in die Venae vorticosae), von der Conjunctiva sclerae (e_1) und aus dem Hornhautrand (f_1) ab.

Die Lymphbahnen des Augapfels.

Der Augapfel besitzt keine eigentlichen Lymphgefässe, sondern ein System von Spalträumen, deren Beschreibung mehr in die Anatomie als hieher gehört und welche man nach Schwalbe in vordere und hintere Lymphbahnen einteilen kann.

Das System der vorderen Lymphbahnen bilden:

1. die Saftkanälchen der Hornhaut und der Sclera,

2. die vordere Augenkammer, welche von einer wasserhellen Flüssigkeit, dem Humor aqueus ausgefüllt ist. Mit derselben steht mittelst einer kapillaren Spalte zwischen der Iris und Linse

3. die hintere Augenkammer in Verbindung; mit der letzteren dagegen kommunizieren

4. die Spatia zonularia (Canalis Petiti).

Das System der hinteren Lymphbahnen besteht dagegen:

1. aus den, die Opticusscheiden trennenden Spalträumen (Subdural- und Subarachnoidealraum),

2. aus dem zwischen der Chorioidea und der Sclera gelegenen Perichorioidealraume,

3. aus dem Tenon'schen Lymphraume, welcher sich zwischen der Duralscheide des Opticus und der Sclera und zwischen der Tenon'schen Fascie befindet, schliesslich

4. aus den Lymphbahnen der Retina. Diese treten als perivasculäre Räume und als interlaminärer Raum (Rauber) zwischen der Pigmentschicht und der übrigen Retina auf.

Der Perichoidealraum steht nach Schwalbe mittelst der die Venae vorticosae umscheidenden (perivasculären) Räume mit dem Tenon'schen Lymphraume in Verbindung.

Die Nerven des Augapfels.

Die Nerven, welche neben dem Sehnerven in den Gebilden des Augapfels endigen sollen, durchbohren in der Umgebung des Sehnerven die Sclera und rücken in der Suprachorioidea nach vorn. Auf ihrem Wege geben sie Zweige an die Chorioidea ab, bilden sodann auf der äusseren Oberfläche des Ciliarmuskels ein mit zahlreichen Ganglienzellengruppen durchsetztes Geflecht (Plexus gangliosus ciliaris), welches für das Corpus ciliare, die Iris und die Cornea Ästchen abgiebt.

Die Ciliarkörpernerven endigen in der Wand der Blutgefässe, am Ciliarmuskel, schliesslich in der Lamina suprachorioidea in Gestalt eines äusserst feinen Endnetzes.

Die Irisnerven bilden im Irisstroma einen ringförmigen Plexus, versorgen, nachdem sie früher oder später ihre Markscheide verloren haben, die glatte Muskulatur und die Gefässe und bilden auf der vorderen Oberfläche ein feines Nervennetz.

Die Hornhautnerven bilden in der Sclera um den Cornealrand ein Geflecht — den Plexus annularis, von welchem Zweige für die Cornea und Conjunctiva entspringen. Die für die erstere bestimmten Fasern treten direkt aus der Sclera in die Substantia propria der Hornhaut ein, hier verlieren sie ihre Markscheide und bilden in verschiedenen Höhen Geflechte.

Wir unterscheiden derselben vier:

a) das die tieferen Schichten der Substantia propria einnehmende Geflecht: den Grundplexus (Stromaplexus),

b) das folgende, dicht unter der vorderen Basalmembran gelegene Geflecht — subbasaler Plexus —

c) den dritten feinmaschigen subepithelialen Plexus, gebildet durch sehr feine Nervenfasern in der tiefsten Epithellage, sogleich nach Durchbohrung der Basalmembran, endlich

d) den feinsten intraepithelialen Plexus (Hoyer entdeckte hier zum ersten Male intraepitheliale Nervenendigungen), der beinahe die ganze Dicke der Epithelschicht einnimmt. Die

bei der Bildung desselben mitwirkenden feinsten Nervenfibrillen verästeln sich zwischen den Epithelzellen, indem sie fast bis zu den äussersten Lagen derselben gelangen, und dort gewöhnlich mit knopfförmigen Anschwellungen frei endigen.

In der Substantia propria cornae endigt nach Dogiel ein Teil der Nerven frei mittelst verbreiteter Enden (Endplättchen), ein Teil dagegen endet im Hornhautrande mittelst Endkolben (W. Krause), welche auch in grosser Anzahl in der Conjunctiva zu finden sind (siehe dort).

Schutzorgane des Auges.

Die Augenlider und die Conjunctiva.

Die Haut, welche die äussere Fläche der Augenlider bedeckt, geht an der hinteren Lidkante in die Conjunctiva palpebralis über, welche ihre innere Fläche überzieht. Zwischen diesen beiden Lagen finden wir die mittlere Schicht des Augenlides, welche vor allem den M. orbicularis palpebrarum und den Tarsus in sich enthält. Über das Verhältnis dieser Bestandteile der Augenlider belehrt uns am besten der in Fig. 242 dargestellte Sagittalschnitt des oberen Augenlides.

An der äusseren Oberfläche bemerken wir die dünne Hautschicht, welche zahlreiche feine Wollhaare mit kleinen Talgdrüsen und kleine Schweissdrüsen enthält. Die Coriumpapillen sind, nur mit Ausnahme des Lidrandes, sehr schwach ausgebildet. Das subcutane Gewebe ist sehr locker und arm an Fettzellen.

Längs der vorderen Kante des Lidrandes sind dicke Haare — Wimperhaare, Cilien — in 2—3 Reihen geordnet und tief in das Corium eingepflanzt. Die Cilien sind einem raschen Wechsel unterworfen, worauf das häufige Vorkommen der Ersatzhaare hinweist.

Am Lidrande finden wir in Verbindung mit den Wimperhaaren zwei Arten Drüsen: die gewöhnlichen kleinen Talgdrüsen und nach Art der Knäueldrüsen gebaute Moll'sche Drüsen (Glandulae ciliares), deren Ausführungsgänge oft in den Balg der Cilien münden.

Hinter dem subcutanen Gewebe liegt eine Schicht des quergestreiften Musc. orbicularis palpebrarum, dessen Bündel von einem Lidwinkel zum anderen verlaufen. Am Sagittalschnitt sind diese Bündel quer durchschnitten. Der dem Lidrand zunächst gelegene Teil liegt hinter den Cilien und wird als Musc. tarsalis (Riolani) bezeichnet.

Tiefer treffen wir eine Schicht Bindegewebe (Fascia palpebralis) an, in welchem sich im oberen Lide die Sehne des quergestreiften Musc. levator palpebrae verliert. Ein Teil des letzteren, welcher auch glatte Muskelzellen enthält, — der Musc. palpebralis superior (Müller) — heftet sich an den Tarsus an. Im unteren Lide finden wir in dieser Gegend die Sehne des M. rectus inferior, dessen Fortsetzung, der M. palpebralis inferior, ebenfalls glatte Muskelzellen enthält.

Weiter nach hinten trifft man eine steife Platte, den sog. Tarsus, welcher ungefähr $^2/_3$ der Höhe des ganzen Augenlides einnimmt. Der Tarsus besteht aus festem, fibrösem Bindegewebe, in welchem sich ca. 30 Tarsaldrüsen (Meibom'sche Drüsen) befinden. Es sind dies langestreckte, fast die ganze Höhe des Tarsus einnehmende, alveoläre Drüsen, deren mit geschichtetem Pflasterepithel ausgekleideter Ausführungsgang sich durch die ganze Länge der Drüse zieht. Die Ausführungsgänge stehen senkrecht zum Lidrande und öffnen sich vor der hinteren Lidkante. Dem Ausführungsgang sitzen von allen Seiten kleine Bläschen an, welche sich in die Ausführungsgänge öffnen. Ihre Zellen verfetten und liefern ein fettiges Secret. Der feinere Bau dieser Drüsen entspricht dem der Talgdrüsen.

Am oberen Rande des Tarsus trifft man vornehmlich in der lateralen Hälfte des Augenlides und reichlicher im oberen Lid, verästelte tubulöse Drüsen (Krause'sche Drüsen), welche dem Bau nach als accessorische Thränendrüsen zu betrachten sind. Der Ausführungsgang durchbohrt die Conjunctiva und mündet in den Conjunctivalsack.

Direkt an den Tarsus grenzt die Conjunctiva, welche wie jede andere Schleimhaut aus Epithel und einer Tunica propria besteht. Das Epithel ist ein zwei- bis dreischichtiges Cylinderepithel mit gestricheltem Cuticularsaum an den oberflächlichen Zellen. Diesem Epithel sind bläschenartige Zellen mit schleimartigem Inhalt beigemengt. Es sind dies eigentlich keine gewöhnlichen Becherzellen, weil sie nicht ganz oberflächlich liegen. Nach Pfitzner entsprechen sie den sog. Leydigschen Zellen, wie sie in der Epidermis der Fische und Amphibienlarven zu finden sind. Schon vor der hinteren Lidkante wird dieses Epithel zum geschichteten Pflasterepithel und nimmt weiter die Eigenschaften der Epidermis an. Nur im oberen Teil ist die Conjunctiva nicht glatt, sondern bildet kleine Leisten und Furchen, sog. Conjunctivabuchten. Die bindegewebige

Tunica propria enthält in wechselnder Menge Plasmazellen und Leukocyten, welche letztere besonders bei Wiederkäuern dicht unter dem Epithel Ansammlungen in Form von Knötchen (sog. Trachomdrüsen) bilden. Im Bereiche der Conjunctivabuchten tritt auf der Oberfläche der Tunica propria eine Art Papillen auf, welche man unter der Benennung Papillarkörper der Conjunctiva zusammenfasst (Elbe).

Die Conjunctiva palpebralis tritt im sog. Conjunctivalgewölbe (Fornix conjunctivae) auf den Augapfel über und wird zur Conjunctiva sclerae. Im Fornix findet man auch beim gesunden Menschen manchmal mehr als 20 kleine Lymphknötchen (Henle, Stöhr). Das Epithel im Fornix und der Conjunctiva sclerae ist ähnlich dem der Conjunctiva palpebrarum. Das Epithel der Conjunctiva sclerae geht in der Nähe des Hornhautrandes in geschichtetes Pflasterepithel über, welches sich weiter in jenes der Hornhaut fortsetzt.

Die Plica semilunaris, welche dem rudimentären dritten Augenlide entspricht, besteht aus Bindegewebe und einem geschichteten Pflasterepithel und kann, namentlich wenn sie stark entwickelt ist, ein kleines Plättchen Knorpel enthalten. Die kleine Drüse, welche hier mehrmals gefunden wurde, entspricht wahrscheinlich der Harder'schen Drüse der Säugetiere.

Die Caruncula lacrimalis ist mit geschichtetem Pflasterepithel bedeckt und kann kleine Härchen, Talgdrüsen und Knäueldrüsen (accessorische Thränendrüsen) enthalten.

In jedes Augenlid treten zwei Arteriae palpebrales, die eine vom äusseren, die andere vom inneren Augenwinkel ein (Art. palpebralis lateralis et medialis); indem die beiden Palpebralarterien eines jeden Lides an der Vorderfläche des Tarsus in der Nähe des Lidrandes sich vereinigen, bilden sie einen Arcus tarseus. Am oberen Rande des Tarsus können die Arterienzweige noch einen zweiten Bogen bilden, was am oberen Lide öfter der Fall ist. Beide lösen sich in zahlreiche Zweigchen auf, welche die Haut, die Muskel, die Drüsen und die ganze Conjunctiva versorgen. Die Gefässe der Conjunctiva bulbi verbinden sich am Hornhautrande durch zahlreiche Anastomosen mit den Arteriae ciliares anticae.

Die Lymphgefässe bilden zwei miteinander anastomosierende Netze; das eine liegt vor, das andere stärkere hinter dem Tarsus. Die Conjunctiva bulbi enthält in der Tunica propria ein kapillares Lymphgefässnetz, welches nach Teichmann, Toldt u. a. am Rande der Hornhaut vollständig abgeschlossen

ist, nach anderen dagegen (Waldeyer u. a.) mit dem Saftkanalsystem der Cornea in Verbindung stehen soll.

Die Nerven bilden sowohl im Tarsus, wie auch in der Conjunctiva dichte Geflechte. Die von derselben sich abzweigenden Fasern versorgen die Haut, die Muskel, die Gefässe und die Meibom'schen Drüsen, indem sie diese letzteren mit einem feinen Geflecht umspinnen und wahrscheinlich auf der Oberfläche der Alveolen enden. In der Conjunctiva dagegen enden einige Fasern an den Blutgefässen, andere mit freien Verästelungen intraepithelial, der überwiegende Teil endet dagegen in runden oder ovalen Endkolben (W. Krause), welche im Lidrande und in dem ihm angrenzenden Teile der Conjunctiva palpebr. in den Papillen, in den anderen Partien der Conjunctiva dagegen in der Tunica propria gewöhnlich dicht unter dem Epithel liegen (Dogiel).

Der Thränenapparat.

Die Thränendrüse ist eine zusammengesetzte, tubulöse Drüse; nach der Beschaffenheit ihres Sekretes ist sie den serösen Drüsen beizuzählen. Die Ausführungsgänge, deren die Thränendrüse mehrere besitzt, sind mit cylindrischem Epithel ausgekleidet und setzen sich direkt (ohne Vermittlung von Gängen mit Stäbchenepithel, welche den Speichelröhren der Speicheldrüsen entsprechen würden) in Schaltstücke mit etwas niedrigerem Epithel fort. Diese letzteren gehen dagegen in tubulöse Endstücke über, welche aus körnigen serösen Zellen bestehen und von einer Membrana propria umgeben sind. Die letztere ist wieder mit sternförmigen Korbzellen umhüllt, welche um die Drüsenschläuche ein Zellennetz bilden. Das interstitielle Bindegewebe enthält sehr viele elastische Fasern.

Die Wandung der Thränenkanälchen besteht aus geschichtetem Pflasterepithel und einer gefässreichen Bindegewebslage, welche sehr reich an elastischen Fasernetzen ist. Der Wandung liegen längsverlaufende quergestreifte Muskelfasern (Musc. orbicularis) an.

Der Thränensack und der Thränennasengang sind mit zweizeiligem, cylindrischen Epithel, welches Becherzellen enthalten kann, ausgekleidet. Die Tunica propria enthält viele Leukocyten.

Die Nerven der Thränendrüse sind fast ausschliesslich marklos und bilden auf der Membrana propria der Tubuli ein

Geflecht. Von ihm gehen feine Fäden ab, welche die Membrana propria durchbohren, dort an den Zellenbasen ein Netz („Überzellennetz") und zwischen den Drüsenzellen ein zweites Netz („Zwischenzellennetz") bilden und so in unmittelbarer Berührung mit den Zellen endigen (Dogiel).

3. Gehörorgan.

Im Gehörorgan unterscheiden wir drei Abteilungen: das innere Ohr, das Mittelohr und das äussere Ohr.

Das innere Ohr.

Das innere Ohr ist der wesentlichste Teil des Gehörorgans, denn es enthält die Endausarbeitung des Hörnerven. Es ist ein äusserst kompliziert gebautes Organ und heisst deshalb auch Labyrinth.

Wir können an ihm zwei häutige Säckchen — den Sacculus und den Utriculus — unterscheiden, welche durch einen feinen Gang — Ductus utriculo-saccularis — miteinander in Verbindung stehen. Der Sacculus kommuniziert durch den Ductus reuniens (Henseni) mit einem langen, spiralig gewundenen Schlauche — der Schnecke (Ductus cochlearis). Der Utriculus hängt dagegen mit den drei Bogengängen (Ductus semicirculares) zusammen, deren jeder an seiner Einmündungsstelle in den Utriculus (Anfangsteil) zur Ampulle sich erweitert.

Die Gesamtheit dieser häutigen Gebilde setzt das sog. häutige Labyrinth zusammen, welches in Hohlräumen des Felsenbeins — dem knöchernen Labyrinth — steckt. Das häutige Labyrinth enthält in seinem Inneren eine Flüssigkeit — die Endolymphe, seine äussere Fläche ist von der Perilymphe umspült, welche den freien Raum zwischen dem häutigen und dem knöchernen Labyrinth ausfüllt.

Sacculus, Utriculus und Bogengänge.

Alle diese Teile besitzen einen im wesentlichen übereinstimmenden und im Vergleich zur Schnecke einfachen Bau, deshalb können dieselben zusammen besprochen werden.

Alle diese Gebilde füllen die knöchernen Hohlräume, in welchen sie liegen, nicht vollkommen aus und sind nur stellenweise mit dem Periost derselben verwachsen. Die freien Räume sind von Bindegewebsbälkchen (Ligamenta sacculorum et ductuum) durchzogen, welche sich einerseits in die Wand der

Säckchen oder Bogengänge, andererseits in das Periost fortsetzen. Diese Bälkchen sind ähnlich wie die Oberfläche des Periostes und die Aussenfläche der betreffenden Teile des Labyrinths mit einschichtigem Plattenepithel überzogen.

Die Wandung der beiden Säckchen und Bogengänge besteht aus drei Schichten:

1. Nach aussen aus einer Bindegewebsschicht, welche reich an elastischen Fasern ist,

2. aus einer strukturlosen Basalmembran, welche an den Bogengängen stellenweise unregelmässige Erhabenheiten (Papillen, Rüdinger) bildet und

3. aus einer epithelialen Schicht.

In den Säckchen finden wir ein einschichtiges Pflasterepithel, in den Bogengängen dagegen ein einfaches Plattenepithel.

Der konkaven Seite der Bogengänge entlang zieht sich ein Streifen, die sog. Raphe (Hasse), wo die Zellen an Höhe bedeutend zunehmen. Auch in den Ampullen ist das die beiden Enden der gleich zu beschreibenden Cristae acusticae halbmondförmig umsäumende Epithel cylindrisch und bildet die sog. Plana semilunata.

An den Stellen, wo der Hörnerv endigt, ist die Epithelschicht komplizierter gebaut. An den Säckchen findet dies in den sog. Maculae acusticae, an den Ampullen dagegen in den Cristae acusticae statt. Das niedrige Epithel wird schon in der Umgebung der Maculae, resp. Cristae, höher, erhält einen Cuticularsaum und geht in cylindrisches Neuroepithel über.

In demselben können wir zwei Formen von Zellen unterscheiden: 1. Die Fadenzellen und 2. Haarzellen.

1. Die Fadenzellen oder Stützzellen sind lange Gebilde, welche an beiden Enden etwas verbreitert sind, am unteren Ende überdies oft gespalten erscheinen. Der ovale Kern liegt in der Regel in der unteren Hälfte der Fadenzellen.

2. Die Haarzellen sind cylindrische Zellen, welche nicht die ganze Dicke der Epithellage einnehmen, denn ihr bauchiges und verdicktes Ende, welches einen kugeligen Kern enthält, erstreckt sich nur bis zur Mitte der Epithelschicht. Das freie obere Ende dieser Zellen trägt einen Cuticularsaum mit einer Anzahl feiner Härchen, welche oft zu einem „Hörhaar“ verkleben und an den Maculae kürzer sind, als an den Cristae.

Die Haarzellen sind Elemente, welche mit den Sinnesnerven in engen Kontakt treten. Das Verhalten der Nervenfasern zu

den Haarzellen ist folgendes: die Nervenfasern durchbohren die Basalmembran, verlieren hierbei ihre Markscheide und teilen sich als nackte Achsencylinder an der Basis der Haarzellen in drei bis vier horizontal verlaufende, zu einem Geflecht (Stratum plexiforme) sich verfilzende Äste. Diese umgeben die Haarzellen kelch- oder korbartig und entsenden meist aufsteigende Zweigchen, welche jedoch die Oberfläche nicht erreichen. Hiebei tritt gewöhnlich ein Ast in Kontakt mit mehreren Haarzellen (Retzius, Ramón y Cajal, Niemack, v. Lenhossék, R. Krause).

Die beiden Maculae acusticae sind von einer Schicht einer weichen gallertartigen Substanz, der sog. Otolithenmembran bedeckt, welche zahlreiche, kleine prismatische Otolithen (Statolithen oder Otokonienkrystalle) aus kohlensaurem Kalk einschliesst. Die Otolithenmembran ist als eine Kutikularbildung zu betrachten.

In den Ampullen finden wir auf jeder Crista ein kegelförmiges, der Otolithenmembran entsprechendes Gebilde, die sog. Cupula. Dieselbe ist an fixierten Präparaten, wo die zwischen den Hörhaaren enthaltene halbflüssige Substanz gerinnt und wohl wegen der Hörhaare streifig erscheint, deutlich zu sehen.

In der Gegend der Cristae und Maculae ist die ganze Wandung der Säckchen und der Bogengänge bedeutend stärker was in der grösseren Dicke der Bindegewebsschicht und der Basalmembran seinen Grund hat.

Die Schnecke.

Die häutige Schnecke, der Ductus cochlearis, ist ein langer Schlauch, welcher nur einen geringen Teil der knöchernen Schnecke ausfüllt und darin 2 3/4 Spiralwindungen beschreibt.

Der Ductus cochlearis (Fig. 243) liegt zwischen zwei perilymphatischen Säcken, — Scalae der Schnecke, — zwischen der Scala vestibuli und der Scala tympani. Er grenzt an die erstere mittelst der oberen Wand — der Membrana vestibularis (Reissneri), an die letztere mittelst der unteren Wand — der Lamina spiralis membranacea.

Wenn wir uns zur leichteren Orientierung während unserer Betrachtungen die Schnecke nicht horizontal gelegt, sondern mit ihrer Achse vertikal gestellt denken, so dass die Basis nach abwärts und die Kuppel nach aufwärts gerichtet ist, und sodann einen

axialen Schnitt führen, so hat der Ductus cochlearis auf dem Durchschnitt die Gestalt eines Dreieckes. Zwei Seiten desselben nimmt die soeben erwähnte obere und untere Wand ein und die Aussenwand liegt dem Perioste der äusseren knöchernen Schneckenwand enge an. Das Periost verdickt sich hier bedeutend, indem es einen auf den Querschnitt halbmondförmigen Bindegewebsstreifen (Ligamentum spirale) bildet, welcher sich im weiteren Verlaufe, die beiden Scalae auskleidend, in das Periost fortsetzt. Der Winkel, in welchem die untere (tympanale) und die obere (vestibulare) Wand zusammenstossen, liegt an der Spitze des Dreieckes gegenüber der Aussenwand, in der Gegend des äusseren freien Randes der Lamina spiralis ossea. An dieser Stelle bildet das Bindegewebe auf der Lamina spiralis ossea einen Wulst, den Limbus spiralis. Derselbe beginnt am Ansatze der Reissner'schen Membran, bildet erst einen in das Lumen des Ductus cochlearis vorspringenden Kamm, welcher Labium vestibulare genannt wird, und dann weiter nach aussen einen Vorsprung, welcher über den freien Rand der Lamina spiralis ossea hinausragt, der Wandung der Scala tympani anliegt und Labium tympanicum heisst. Diese beiden Lippen schliessen den Sulcus spiralis internus ein.

Nach diesen, die gröberen Verhältnisse betreffenden, Betrachtungen wollen wir uns mit dem feineren Bau der häutigen Schnecke befassen.

Ihre Wandung besteht immer aus einer, wenn auch sehr feinen, bindegewebigen Schicht und aus einer Epithellage. Die letztere kleidet die inneren Flächen des Ductus aus und zeigt an einzelnen Stellen gewisse Eigentümlichkeiten im Bau.

Die äussere und obere Wand ist ganz einfach gebaut:

Die Membrana vestibularis, welche die obere Wand des Ductus cochlearis bildet, ist ein sehr dünnes Häutchen, welches die Fortsetzung des Periostes der Scala vestibuli bildet. Infolgedessen besteht sie aus einer äusserst dünnen, an der oberen Fläche mit platten Zellen ausgekleideten Bindegewebsschicht, welche auf der, dem Ductus zugewandten Fläche mit einer einfachen Lage polygonaler, platter Epithelzellen ausgekleidet ist.

Die Aussenwand liegt dem Periost dicht an. Namentlich ihre, aus lockerem Bindegewebe bestehende äussere Schicht, verwächst mit dem Periost und bildet zusammen mit demselben das erwähnte Ligamentum spirale. Es bildet zwei Vorsprünge

gegen den Raum des Ductus cochlearis, den einen höher gelegenen — die sog. Prominentia spiralis, welche eine Vena — Vas prominens — enthält und einen zweiten, die sog. Crista basilaris. Zwischen diesen Vorsprüngen ist eine Vertiefung — der Sulcus spiralis externus — eingeschlossen. Die äussere dicht unter dem Epithel liegende Schicht lockeren Bindegewebes enthält ein dichtes Netz von Blutgefässen und heisst Stria vascularis. Sie erstreckt sich vom Ansatz der Membrana vestibularis bis zur Prominentia spiralis. Ihre Kapillaren haben für die Absonderung der Endolymphe der Schnecke eine wichtige Bedeutung. Diese sehr reichlichen Gefässe treten so nahe an die Oberfläche heran, dass einzelne Gefässkapillaren bis zur Epithellage gelangen; wir haben es hier also mit gefässführendem Epithel zu thun. Das die Stria vascularis bedeckende, kubische Epithel grenzt sich gegen das anliegende Bindegewebe nicht scharf ab. Auf der Prominentia sind die Epithelzellen viel niedriger, gewinnen jedoch weiter nach unten an Höhe und gehen schliesslich in cylindrische Zellen der Lamina basilaris über.

Im Gegensatze zur oberen und äusseren Wand weist die untere (tympanale) einen sehr komplizierten Bau auf (Fig. 244). Sie wird teilweise durch den Limbus spiralis, welcher am freien Rande der Lamina spiralis ruht, überwiegenden Teils dagegen durch die Lamina spiralis membranacea gebildet.

Der oben erwähnte Limbus ist ohne scharfe Grenze mit dem Periost der darunter liegenden Lamina spiralis ossea verwachsen. Der Limbus zeigt an seiner Oberfläche mehr oder weniger unregelmässige papillenähnliche Höcker, in der Höhe des Labium vestibulare dagegen eine Reihe radiär verlaufender, länglicher Platten, welche Huschke'sche Gehörzähne heissen. Die ganze Oberfläche des Limbus ist mit einer Lage kubischer Epithelzellen bedeckt. Am freien Rande des Limbus findet man in der Lamina spir. ossea eine Reihe von ovalen Löchern — Foramina nervina, durch welche die Bündel des Nervus cochleae ziehen. Die Menge dieser Öffnungen wurde auf ungefähr 4000 berechnet. Diese Zone wird Habenula perforata genannt.

Wir gehen zum zweiten, komplizierteren Teile der tympanalen Wand über, zur Lamina spiralis membranacea. Die Basis dieses Teiles bildet die sog. Membrana basilaris, welche eine Fortsetzung des im Labium tympanicum des Limbus befindlichen Bindegewebes ist und sich an die Crista basilaris des

Ligamentum spirale anheftet. Sie stellt sich als eine straff ausgespannte, fein gestreifte Haut bindegewebiger Natur dar. Diese Membrana basilaris erhält von der unteren, d. i. tympanalen Fläche eine Auskleidung, die sog. tympanale Belegschicht, welche eine Fortsetzung des Periostes der Lamina spiralis ossea, sowie der Auskleidung der Scala tympani bildet und aus einer inneren bindegewebigen Schicht und einer Lage platter Epithelzellen besteht.

Die dem Inneren des Ductus cochlearis zugekehrte Fläche ist mit Epithel bedeckt, welches sich zum grossen Teile zum Neuroepithel differenziert hat (Fig. 244). Es bildet das sog. Organon spirale oder Corti'sche Organ, in welchem die Endausbreitung des N. cochlearis liegt. Das Corti'sche Organ bedeckt den inneren Teil der Membrana basilaris. Dieser Teil heisst Zona tecta zum Unterschiede vom äusseren, welcher bei oberflächlicher Betrachtung gestreift erscheint und Zona pectinata genannt wird.

Betrachten wir das Corti'sche Organ auf dem radiären Schnitt der Schnecke, so fällt vor allem sein mittlerer Teil, der sog. Corti'sche Bogen auf, an dessen Seiten wir den inneren und äusseren Abschnitt des Corti'schen Organes bemerken. Diese Teile sind aus Hörzellen und Stützzellen zusammengesetzt.

So sehen wir in der Fig. 244 vom Sulcus spiralis internus nach auswärts die Epitelzellen allmählich höher werden und in den inneren Abschnitt des Corti'schen Organs übergehen. Unter den Zellen dieses Teiles kann man zwei Arten unterscheiden. Die einen sind an der oberen freien Fläche mit Härchen versehen; es sind dies die sog. inneren Haarzellen oder Hörzellen, welche in einer Reihe gelagert sind und an den Corti'schen Bogen grenzen. Sie sind cylindrische Gebilde, deren untere, kolbig verdickte Hälfte grosse Kerne enthält und die Membrana basilaris nicht erreicht.

Die obere freie Oberfläche weist einen elliptischen Kutikularsaum auf, welcher breiter ist als das obere Ende des Zellkörpers und etwa 20 starre Härchen trägt. Diese Gebilde sind eigentliche Sinneszellen, denn sie treten in Beziehung zu den letzten Endigungen des Nervus cochlearis.

Dicht nach innen von den Haarzellen finden wir drei bis vier Reihen hoher Zellen, welche für die Haarzellen eine Stütze bilden und Stützzellen oder innere Deckzellen genannt werden.

Nach aussen liegen den Haarzellen die Zellen des Corti-schen Bogens an. Dieser besteht aus zwei Reihen von sog. Pfeilern (Pfeilerzellen). Wir unterscheiden Innenpfeiler

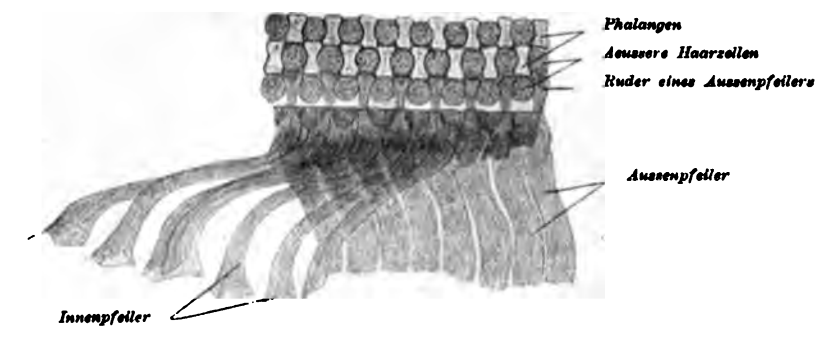


Fig. 245.
Fragment des Corti'schen Organes vom Kaninchen.
Ca. 470 mal vergrössert.

und Aussenpfeiler (Fig. 245 u. 246). Diese Gebilde sind leicht S-förmig ausgebogen und gegeneinander so geneigt, dass ihre oberen Enden sich miteinander verbinden und die unteren, welche an der Membrana basilaris ruhen, auseinander gehen. Infolgedessen bilden sie einen Bogen — Arcus spiralis, welcher einen dreiseitig begrenzten Raum, den Corti'schen Tunnel überwölbt.

Die Innenpfeiler sind starke Bänder, welche an der Basis zu rechteckigem, an der Membrana basilaris liegenden Fussplatten verbreitert sind. Das obere Ende — das Kopfende — ist ebenfalls verdickt und aussen zu einer Pfanne ausgehöhlt, in welche der Kopf des äusseren Pfeilers eintritt; es verlängert sich in einen platten Fortsatz (Kopfplatte). Der mittlere Teil — der Körper der Pfeiler — ist dünn und der ganze Körper weist eine Streifung auf, die auf einen faserigen Bau hindeutet.

Ähnlich gebaut sind auch die Aussenpfeiler, sie sind jedoch etwas länger und breiter als die Innenpfeiler, so dass z. B. beim Meerschweinchen auf zehn Innenpfeiler ungefähr acht Aussenpfeiler kommen (Fig. 245). Die Innenpfeiler sind also zahlreicher als die Aussenpfeiler. Wesentlich abweichend ist ihr Kopfende gebaut. Dasselbe zeigt eine gewölbte Gelenkfläche, welche in die Aushöhlung der Innenpfeiler eintritt. Sodann biegt das Kopfende nach aussen um und verlängert sich in einen platten ruderförmigen Fortsatz — das Ruder (Phalanx

I. Reihe), welches zwischen die oberen freien Endflächen der zu innerst gelegenen, demnächst zu beschreibenden äusseren Haarzellen eintritt (Fig. 245 u. 246). Die dünnen Kopfplatten

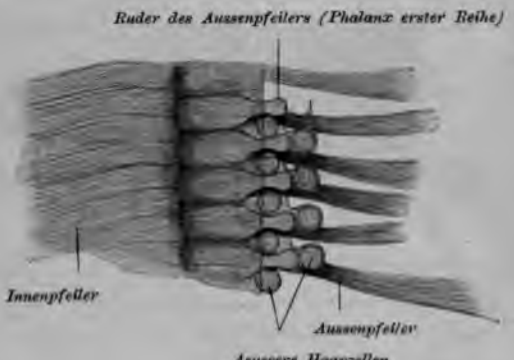


Fig. 246.

Stück des Corti'schen Organs vom Kaninchen, von der oberen Fläche gesehen. Ca. 470 mal vergrössert.

der Innenpfeiler überdecken die Köpfe der Aussenpfeiler und einen Teil des Ruders. Dass die beschriebenen Gebilde differenzierte Teile der Zellen, ein Erzeugnis des Protoplasmas nach Art der Kutikularbildungen sind, darauf weist der Umstand hin, dass sie eine Protoplasmaanhäufung besitzen, welche einen Kern enthält. Am Aussenpfeiler finden wir bloss eine solche Protoplasmaansammlung, welche an der inneren Fläche des ersteren, im Winkel zwischen seiner Fussplatte und der Membrana basilaris gelegen ist. Der Innenpfeiler besitzt dagegen zwei solche kernhaltige Protoplasmaansammlungen, die eine an der Basis, die zweite unterhalb des Kopfes, beide an der äusseren, d. i. der dem Tunnel zugekehrten Seite.

Weiter nach aussen vom Aussenpfeiler befinden sich die äusseren Haarzellen. Dieselben sind den inneren Haarzellen ähnlich, jedoch mit dem Unterschiede, dass sie in der oberen Hälfte in der Nähe des Kutikularsaumes einen dunklen rundlichen Körper — den Hensen'schen Spiralkörper — enthalten, und dass ihre Haare etwas kürzer sind, als jene der inneren Haarzellen. Sie sind in drei oder vier Reihen angeordnet und durch Reihen von Deiter'schen Zellen (Stützzellen) voneinander getrennt. Diese letzteren sind von flaschenförmiger Gestalt. Jede derselben ruht mit einer engen Basis an der Membrana basilaris, der mittlere, dickste Teil enthält

einen grossen Kern und verjüngt sich bedeutend, indem er in einen Fortsatz (Phalangenfortsatz) übergeht, um an der oberen Endfläche wieder in die sog. Phalanx sich zu erweitern. Die letztere ist ein kutikulares Gebilde, welches in der That an eine Fingerphalanx erinnert. In der Achse einer jeden Deiters'schen Zelle sehen wir einen dünnen starren Faden, welcher oben in eine Phalanx übergeht und die Bedeutung eines Stützapparates für diese Zellen hat (Stützfaser). Er ist ein Umwandlungsprodukt des Zellplasmas, nach Art einer Kutikularbildung.

Die Phalangen hängen untereinander zusammen, indem sie ein zierliches Netz bilden (Membrana reticularis, Fig. 245). Die Lücken desselben werden durch die Kutikularsäume der äusseren Haarzellen ausgefüllt.

Zwischen den Zellen dieses äusseren Abschnittes des Corti'schen Organs ist ein ganzes System von Intercellularräumen vorhanden, welche in der oberen Hälfte die Stütz- und Hörzellen, in der unteren dagegen (wohin die Haarzellen nicht reichen) nur die Stützzellen voneinander trennen (Fig. 244). Dieses ganze System von Lücken samt dem Raume, welcher zwischen den Aussenpfeilern und der innersten Reihe der äusseren Haarzellen übrig bleibt, heisst der Nuel'sche Raum. Er kommuniziert durch enge Spalten zwischen den dünnen Körpern der Aussenpfeiler mit dem Tunnelraum. Dieses ganze Kanalsystem wird von der Endolymphe durchströmt.

Nach aussen schliessen sich an die letzte Reihe der Deiters'schen Stützzellen mehrere (gewöhnlich fünf bis acht) Reihen von hellen cylindrischen Zellen, sog. Henle'schen Zellen an, welche an Höhe abnehmend in kubische Zellen übergehen. An der Membrana basilaris finden wir ca. zehn Reihen der letzteren, welche hier Claudius'sche Zellen heissen. Beim Menschen können die beiden letzteren Gattungen von Zellen Pigmentkörnchen enthalten.

Wir müssen noch einer Kutikularbildung Erwähnung thun, nämlich der sog. Membrana tectoria (Cortii) (Fig. 244). Sie haftet als eine sehr dünne Haut den Zellen des Limbus spiralis an, wird am Rande des Labium vestibulare frei, bedeckt den Sulcus spiralis internus und liegt dem Corti'schen Organe auf, indem sie mit ihrem freien verdünnten Rande bis zur äussersten Reihe der äusseren Haarzellen reicht. Die Struktur dieser Membran ist feinfaserig.

Im Corti'schen Organ findet der Ramus cochlearis des Nervus acusticus seine Endausbreitung. Er nimmt die Achse der Schnecke ein und giebt Äste nach aussen ab, welche gegen die Lamina spiralis ossea verlaufen. Hier an ihrer Basis besitzt der Nervus cochlearis ein Ganglion, welches mit der Schnecke in Windungen verläuft und deshalb auch Ganglion spirale genannt wird. Jede markhaltige Nervenfaser geht in eine bipolare Ganglienzelle über. Der vom entgegengesetzten Pol der Zelle entspringende zweite Fortsatz wird bald zur markhaltigen Nervenfaser. Diese Fasern treten in die Lamina spiralis ossea ein und nehmen an der Bildung eines Nervenplexus teil. Sodann verlieren sie beim Durchtritt durch die Foramina nervina ihre Markscheiden und verlaufen als nackte Achsencylinder in das Corti'sche Organ. Hier lagern sie sich in mehrere Bündelchen, die teils erst im Sinne der Schneckenwindungen spiral verlaufen, teils direkt zur Basis der inneren und äusseren Haarzellen ziehen, indem sie hiebei den Tunnel und den Nuel'schen Raum durchdringen. Die letzten Enden der Nervenfasern umspinnen die unteren Hälften der Haarzellen und enden an ihrer Oberfläche. Diese Zellen sind Sinneszellen, welche die Gehöreindrücke aufnehmen und an den ersten, peripherischen Neuron, dessen Zelle im Ganglion spirale liegt, abgeben.

Blutgefässe des häutigen Labyrinthes.

Der Zweig der Arteria auditiva, welcher das häutige Labyrinth versorgt, zerfällt in drei Äste, nämlich in die Art. vestibularis (vordere Vorhofarterie), die Art. cochlearis (Schneckenarterie) und die Art. vestibulo-cochlearis (Vorhof-Schneckenarterie). (Siebenmann.)

α) Die Arteria vestibularis versorgt den Nervus vestibularis, die lateral-obere Hälfte des Sacculus und Utriculus und die Ampullen des oberen und lateralen Bogenganges.

β) Die Arteria vestibulo-cochlearis versorgt mit einem Aste (Ramus vestibularis) die mediale untere Hälfte des Sacculus, Utriculus samt den dazu gehörigen Bogenschenkeln und der hinteren Ampulle, sowie das unterste Endstück der Schnecke; mit dem zweiten Aste dagegen (Ramus cochlearis) das erste Drittel der ersten Schneckenwindung.

γ) Dem übrigen Teile der Schnecke führt die Arteria cochlearis das Blut zu. Dieselbe zerfällt in der Schnecken-

achse in 3—4 Äste, welche spiralig verlaufen und zahlreiche radiäre Zweige abgeben. Einige dieser Zweige sind für das Ganglion spirale, einige für die Lamina spiralis, andere für die Zwischenwände der Scalen bestimmt. Die letztgenannten Zweige gelangen bis zur Stria vascularis, wo sie ein reiches Netz von Kapillaren bilden. Diese Kapillaren sollen die Endolymphe, die in den Scalen befindlichen Kapillaren dagegen die Perilymphe liefern. (Eichler.)

Von den Kapillarnetzen, die von den genannten Arterien des häutigen Labyrinthes abstammen, sind die an den Maculae und Cristae gelegenen die engmaschigsten.

Das venöse Blut entleert sich vom häutigen Labyrinth durch drei getrennte Venenstämme:

α) Die Vena aquaeductus vestibuli sammelt das Blut aus den Bogengängen und teilweise aus dem Utriculus.

β) Die Vena aquaeductus cochleae führt das Blut von einem Teile des Utriculus, vom Sacculus und von der Schnecke ab. Die Venen der Schnecke verlaufen vorwiegend in der Wandung der Scala tympani. Sie vereinigen sich zu den Venae spirales, welche unterhalb des Spiralganglions liegen. Wir unterscheiden zwei Venae spirales: die untere (resp. hintere) sammelt das Blut aus der ersten und einem Teile der zweiten Windung, die zweite obere (resp. vordere) empfängt das Blut von den oberen Schneckenabschnitten.

Das oben genannte Vas prominens mündet, ebenso wie das in der tympanalen Belegschicht der Lamina basilaris verlaufende Vas spirale in die Vena spiralis, welche ebenfalls einen Teil des Blutes vom Ganglion spirale empfängt und mit der demnächst zu erwähnenden Spiralblattvene anastomosiert.

γ) Die centrale Schneckenvene entsteht hauptsächlich aus mehreren Wurzeln der Spiralblattvene, welche das Blut von der Lamina spiralis und teilweise vom Spiralganglion abführt. Die centrale Schneckenvene mündet in die Vena auditiva interna, indem sie ihren bedeutendsten Ast bildet.

Lymphbahnen des Labyrinthes.

Der Ductus endolymphaticus erweitert sich zu einem flachen Sack (Saccus endolymphaticus), welcher an der hinteren Felsenbeinfläche zwischen zwei Blättern der Dura mater liegt. Er kommuniziert mittelst feiner Röhrchen mit den subduralen Lymphräumen.

Die perilymphatischen Räume stehen hauptsächlich mittelst des Ductus perilymphaticus mit dem Subarachnoidealraume in Kommunikation.

Ausserdem sind den Lymphräumen die, die Blutgefässe umgebenden perivasculären Räume beizuzählen.

Mittelohr.

Die ganze Paukhöhle samt den pneumatischen Zellen und den Gehörknöchelchen sind mit einer dünnen Schleimhaut überzogen, welche unmittelbar in das darunter liegende Periost dieser Teile übergeht. Das Epithel ist ein einschichtiges Plattenepithel, wird jedoch an einzelnen Stellen (am Boden der Paukenhöhle und in der Umgebung des tympanalen Tubenostiums) zum zweizeiligen Flimmerepithel. Kleine alveoläre Drüsen, wie sie einige Autoren hier beschrieben haben, finden sich nur ausnahmsweise vor.

Die Schleimhaut der Ohrtrompete (Tuba auditiva Eustachii) ist in ihrer ganzen Länge von einem zweizeiligen Flimmerepithel bedeckt, welches im knorpeligen Teile höher ist und Becherzellen enthält. Der Flimmerstrom ist gegen den Rachen gekehrt. Das Stratum proprium, welches aus fibrillärem Bindegewebe besteht, ist in der Pars ossea mit dem Periost verwachsen, in der Pars cartilaginea dagegen ist es, namentlich in der Nähe des Ostium pharyngeum, reich an Schleimdrüsen und hat infolge der zahlreich eingelagerten Leukocyten die Beschaffenheit adenoiden Gewebes; es kommt hier sogar zur Bildung von kleinen Lymphfollikeln, deren Gesamtheit wir als Tonsilla tubaria bezeichnen. Der Tubenknorpel zeigt in dem pharyngealen Tubenabschnitt den Bau des Faserknorpels (Siebenmann) oft mit Beimischung von elastischen Fasern, im oberen Abschnitt dagegen ist er hyalin.

Äusseres Ohr.

Das Trommelfell befindet sich an der Grenze des mittleren und äusseren Ohres. Aus diesem Grunde bildet von den drei Schichten, welche wir an demselben unterscheiden können, die innere die Fortsetzung der Schleimhaut der Paukenhöhle, die äussere dagegen die Fortsetzung der Haut des äusseren Gehörganges.

Im ganzen besteht somit das Trommelfell aus drei Schichten:
1. der Schleimhautschicht (Stratum mucosum),
2. der fibrösen Schicht (Lamina s. Substantia propria) und
3. der Cutisschicht (Stratum cutaneum).

ad. 1. Die Schleimhautschicht weist ein einschichtiges Plattenepithel auf. Ihre äusserst dünne Bindegewebeschicht ist mit der Lamina propria innig verschmolzen.

ad. 2. Die Lamina propria ist aus zwei Schichten zusammengesetzt, deren innere einen circulären, die äussere dagegen einen radiären Verlauf der Bindegewebsfasern zeigt. Diese beiden Schichten der Lamina propria sind durch spärliches lockeres Bindegewebe verbunden.

ad. 3. Die äussere Cutisschicht besteht aus einem mehrschichtigen Epithel und einer äusserst dünnen Bindegewebsschicht (Corium), welche keine Papillen bildet. Das Epithel wird durch die aus 1—2 Lagen etwas abgeplatteter Zellen bestehende Keimschicht und mehrere Schichten verhornter, kernloser Epithelzellen gebildet.

Die Haut des äusseren Gehörganges ist in seinen verschiedenen Teilen verschieden gebaut.

Die Haut des knorpeligen, sowie des Daches des knöchernen Gehörganges besitzt, soweit der letztere vom Squamosum gebildet wird, eine Dicke von ca. 1½ mm und ist folgendermassen gebaut:

Das Unterhautbindegewebe ist fest und straff; das Corium zeigt nur äusserst schwach entwickelte Papillen. Es kommen hier zahlreiche Härchen samt Talgdrüsen vor; ausserdem finden wir hier auch grosse Knäueldrüsen (Ohrenschmalzdrüsen, Glandulae ceruminosae), welche hinsichtlich ihres Baues mit den grossen Schweissdrüsen (z. B. jenen der Achselhöhle) vollkommen übereinstimmen. Wir können an diesen Drüsen ebenfalls zwei Abschnitte unterscheiden: das secernierende Endstück (Knäuel) und den Ausführungsgang; das erstere besteht aus einer Schicht kubischer Drüsenzellen, einer Lage glatter Muskelzellen und einer homogenen Membrana propria, der letztere dagegen aus zweischichtigem Epithel. Während des ganzen Verlaufes der Drüse besitzt die innere, das Lumen begrenzende Lage von Zellen, an ihrer freien Oberfläche einen Cuticularsaum. Diese Drüsen unterscheiden sich einigermassen von den Schweissdrüsen dadurch, dass ihr Lumen bedeutend erweitert ist und dass ihre Drüsenzellen Körnchen verschiedener Natur enthalten. Am zahlreichsten

sind gelbbräunliche Pigmentkörnchen; andere Körner haben mit den Fettkörnchen das gemeinsam, dass sie sich in Osmiumsäure bräunen, obwohl ihre sonstigen Eigenschaften nicht für ihre Fettnatur sprechen (Schwalbe). Diese Knäueldrüsen münden beim Neugebornen noch in die Haarbälge, beim Erwachsenen dagegen dicht neben den Haarbälgen auf die freie Hautfläche (Alzheimer).

Der Ohrenschmalz (Cerumen) besteht aus dem Sekret beider Drüsenarten (Pigmentkörnchen, Fetttröpfchen) und zahlreichen abgestossenen Epidermisschüppchen und Härchen.

Die Haut ist im übrigen Abschnitt des knöchernen Gehörganges (wo derselbe vom Tympanicum begrenzt wird) bloss 0,1 mm dick und besitzt weder Härchen noch Drüsen.

Der Knorpel des äusseren Gehörganges ist (ähnlich wie jener der Ohrmuschel) ein elastischer Knorpel.

Die Blutgefässe des Trommelfells rühren teilweise von den Paukenhöhlengefässen, teilweise von Gefässen des äusseren Gehörganges her.

Wir können hier also zwei Gefässnetze unterscheiden: das eine, innere, liegt unter der Schleimhautschicht, das zweite breitet sich dagegen vorwiegend zwischen der Epidermis und der Lamina propria aus. Jedes dieser Gefässnetze umfasst den Hammergriff und bildet einen Kranz am Trommelfellrande, wobei die Gefässe der centralen Partie und die des Trommelfellrandes durch radiär verlaufende Gefässchen verbunden sind. Venöse Gefässe beider Netze anastomosieren untereinander mittelst durchbohrender Ästchen (Moos). Die Lymphgefässe des Trommelfells verhalten sich ähnlich wie die Blutgefässe. Die Nerven bilden hier feine Geflechte.

Geruchsorgan.

Der Sitz des Geruchsorganes beim Menschen ist nur die Schleimhaut der oberen Muschel und die gegenüberliegende Partie der Schleimhaut der Nasenscheidewand.

Wir wollen hier jedoch aus äusseren Gründen den Bau der gesamten Nasenschleimhaut im Zusammenhange besprechen.

Wir können die Nasenhöhle hauptsächlich mit Rücksicht auf den Bau der dieselbe auskleidenden Schleimhaut in drei Abschnitte teilen und zwar:

1. die Regio vestibularis,
2. die Regio respiratoria und
3. die Regio olfactoria.

ad. 1. Die **Regio vestibularis** ist mit einer Fortsetzung der äusseren Haut überzogen, welche im weiteren Verlaufe die Charaktere der Schleimhaut annimmt. Die Auskleidung dieser Abteilung weist demnach an den Nasenlöchern ein geschichtetes verhorntes Pflasterepithel auf und enthält Haare (Vibrissae) samt Talgdrüsen, ausserdem auch Schweissdrüsen. Bald aber verschwinden die Haare und Drüsen, im oberflächlichen Epithel, welches nicht verhornt ist, finden sich Kerne und mit dem Auftreten von Schleimdrüsen ist der Charakter der Scheimhaut völlig ausgebildet.

ad. 2. Der Übergang dieser ersten Abteilung in die **Regio respiratoria** ist bei verschiedenen Individuen etwas verschieden. Gewöhnlich tritt am vorderen Ende der unteren Nasenmuschel und des unteren Nasenganges eine Umwandlung des geschichteten Plattenepithels in mehrzeiliges Flimmerepithel ein, was eben diesen Übergang kennzeichnet. Die Flimmerbewegung ist nach den Choanen zu, in den Nebenhöhlen nach der Nasenhöhle zu gerichtet. Das Flimmerepithel enthält eine wechselnde Menge von Becherzellen. Die bindegewebige Tunica propria ist an der unteren Muschel stark entwickelt, in den Nebenhöhlen dagegen sehr dünn; sie enthält gewöhnlich zahlreiche Leukocyten, welche durch das Epithel in die Nasenhöhle wandern, sowie verästelte tubulöse Drüsen, welche teils Schleim teils seröses Sekret absondern, also gemischter Natur sind.

ad. 3. Die **Regio olfactoria** unterscheidet sich von ihrer Umgebung durch ihre gelbliche Färbung. Das diesen Teil charakterisierende Riechepithel ist ebenfalls ein mehrzeiliges Cylinderepithel, in welchem wir zwei Gattungen von Zellen unterscheiden können, nämlich die sog. Riechzellen und die Stützzellen (Fig. 247).

Die Riechzellen nehmen dadurch gewissermassen eine Ausnahmestellung ein, dass sie stark peripher verlagerte wahre Ganglienzellen sind. Ihr Körper liegt innerhalb der Epithelschicht. Als bipolare Ganglienzellen, deren spindelförmiger Körper nur rings um den grossen, runden Kern eine bedeutendere Ansammlung von Protoplasma enthält, entsenden sie zwei Fortsätze. Der obere, welcher bis an die freie Oberfläche der Epithelschicht reicht, ist sehr kurz und trägt am Ende eine Anzahl (6—8) zarter, kurzer Härchen, der untere dünnere Fortsatz geht dagegen direkt in den Achsencylinder einer centripetalen Nervenfaser über, welche bis zum Bulbus olfactorius

reicht. Die Kerne dieser Zellen enthalten distinkte Kernkörperchen und können in verschiedenen Höhen des mittleren Drittels der Epithelschicht liegen.

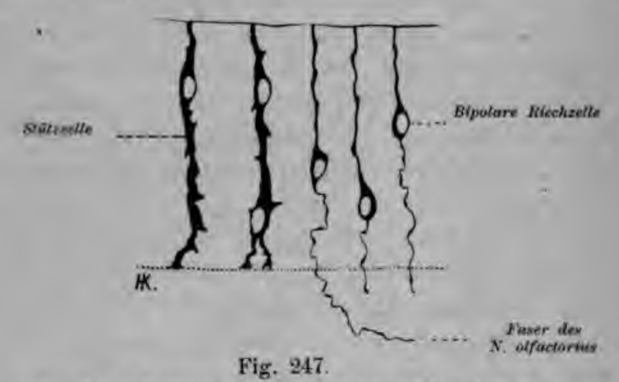


Fig. 247.

Aus einem senkrechten Schnitt durch die Schleimhaut der Regio olfactoria eines ganz jungen Hundes (Golgi'sche Methode).

Ca. 450 mal vergrössert.

Die Stützzellen bilden in mancher Hinsicht eine Parallele zu den Müller'schen Stützzellen der Retina. Es sind dies cylindrisch gebaute Epithelzellen, die sich in ihrer unteren Hälfte verschmächtigen. Sie zeigen öfters Nischen, die von Teilen der Riechzellenkörper ausgefüllt sind (Fig. 247). Die basalen Enden dieser Zellen sind oft gegabelt, so dass sie mit zwei oder mehreren Füsschen der Basalmembran anliegen. Ihre ovalen Kerne liegen ungefähr in gleicher Höhe, nämlich im unteren Ende der oberen dickeren Hälfte der Zellen, am Aussenrande der Kernzone der Riechzellen. Das Protoplasma dieser Zellen enthält gelbliches Pigment, welches diesem Teile der Schleimhaut eine entsprechende Färbung verleiht (Locus luteus). Die Stützzellen tragen an der Oberfläche einen feinen Kutikularsaum. Die Säume aller Epithelzellen stehen untereinander in innigem Zusammenhange, so dass sie sich in eine Haut — die Membrana limitans olfactoria — vereinigen, welche die peripheren, Härchen tragenden Enden der Riechzellen durch kleine Löcher heraustreten lässt. An der unteren Grenze des Epithels in der Gegend der gegabelten basalen Enden der Stützzellen liegen die sog. Basalzellen, welche manche Autoren als Ersatzgebilde für die Stützzellen ansehen. Diese Zellen sind kegelförmig, in einer Reihe gelagert und hängen durch Fortsätze untereinander zusammen. Die in den-

selben liegenden Kerne bilden die unterste Kernreihe der ganzen Epithelschicht.

Die bindegewebige Tunica propria bildet unter dem Epithel eine kompaktere Schicht, welche sich bei einigen Tieren zu einer strukturlosen Basalmembran verdichtet. Sie enthält feine elastische Fasernetze und eine grosse Menge von Leukocyten, manchmal auch spärliche Pigmentzellen. Überdies sind in derselben zahlreiche Drüsen enthalten (Fig. 248). Diese sog. Glandulae olfactoriae (Bowmann) sind einfache oder verästelte tubulöse Eiweissdrüsen. Sie münden mittelst enger, mit abgeplattetem Epithel ausgekleideter Ausführungsgänge auf der Oberfläche der Epithelschicht.

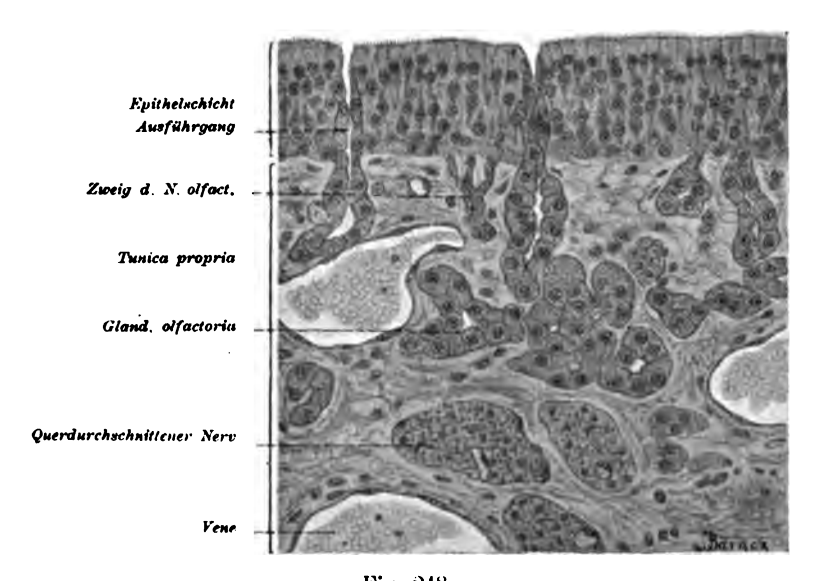


Fig. 248.
Senkrechter Schnitt durch die Schleimhaut der Regio olfactoria eines Kaninchens. Ca. 360mal vergrössert.

Die durch die Tunica propria gegen den Bulbus olfactorius ziehenden Bündel markloser Fasern des N. olfactorius entstehen aus der Vereinigung der unteren Fortsätze der Riechzellen. Von der anderen Seite gelangen hier Zweigchen des N. trigeminus, welche teils in der Tunica propria, teils in der Epithelschicht, sowohl der Regio respiratoria, als auch der olfactoria, frei enden.

Die in den tieferen Partien der Tunica propria verlaufenden Arterien zerfallen in feine Stämmchen, welche sich in

drei Kapillarsysteme auflösen (Zuckerkandl). Das eine liegt tief im Periost, das zweite umspinnt die Drüsen, das dritte dagegen bildet ein dicht unter dem Epithel ausgebreitetes Netz. Die Venen bilden in den tieferen Teilen der Tunica propria einen stark entwickelten Plexus, welcher vor allem in der unteren Muschel eine Art Schwellkörper bildet.

Die Lymphgefässe bilden innerhalb der Tunica propria ein Netz. Dieselben der Regio olfactoria können, da die Äste des N. olfactorius, von den Fortsetzungen der Hirnhäute umscheidet werden, vom Subarachnoidealraume aus injiziert werden.

Das Jacobson'sche Organ ist beim Menschen als ein rudimentäres Organ zu betrachten und enthält keine Sinneszellen. Bei den Säugetieren dagegen funktioniert dasselbe und hat den gleichen Bau wie die Riechschleimhaut.

Geschmacksorgan.

Die eigentlichen Geschmacksorgane sind die sog. Geschmacksknospen (Schmeckbecher). Dieselben finden sich vor allem an der Zungenoberfläche, in den Papillae vallatae und foliatae vor (Figg. 105 und 249); überdies treffen wir sie, wenn auch seltener, an den Papillae fungiformes, am weichen Gaumen in der Nähe der Uvula und an der hinteren Fläche der Epiglottis an.

Geschmacksknospen nennen wir kugelige oder ovale tonnenförmige Gruppen von Epithelzellen, welche die ganze Dicke des sie umgebenden geschichteten Epithels durchsetzen. Am peripheren Ende der Knospe bemerken wir eine etwa 4 μ weite Vertiefung — den Geschmacksporus (v. Ebner), der dadurch entsteht, dass die im mittleren Teile der Knospe liegenden Zellen kürzer sind und die Oberfläche des geschichteten Epithels nicht erreichen. Der Geschmacksporus wird durch die umgebenden verhornten Zellen des geschichteten Pflasterepithels begrenzt.

Einen ganz typischen Bau besitzen jene Geschmacksknospen, welche wir in den Seitenabhängen der Pap. vallatae und an den Seitenwänden der Leistchen der Pap. foliatae vorfinden. (Fig. 250). An denselben können vor allem zwei Formen von Epithelzellen deutlich unterschieden werden, die einen entsprechen den Stützzellen, die anderen sog. Stiftchenzellen, den eigentlichen Sinneszellen (Neuroepithelzellen).

1. Die Stützzellen bilden vor allem die Oberfläche der Knospen, wenn auch ein Teil derselben im Inneren der Knospen

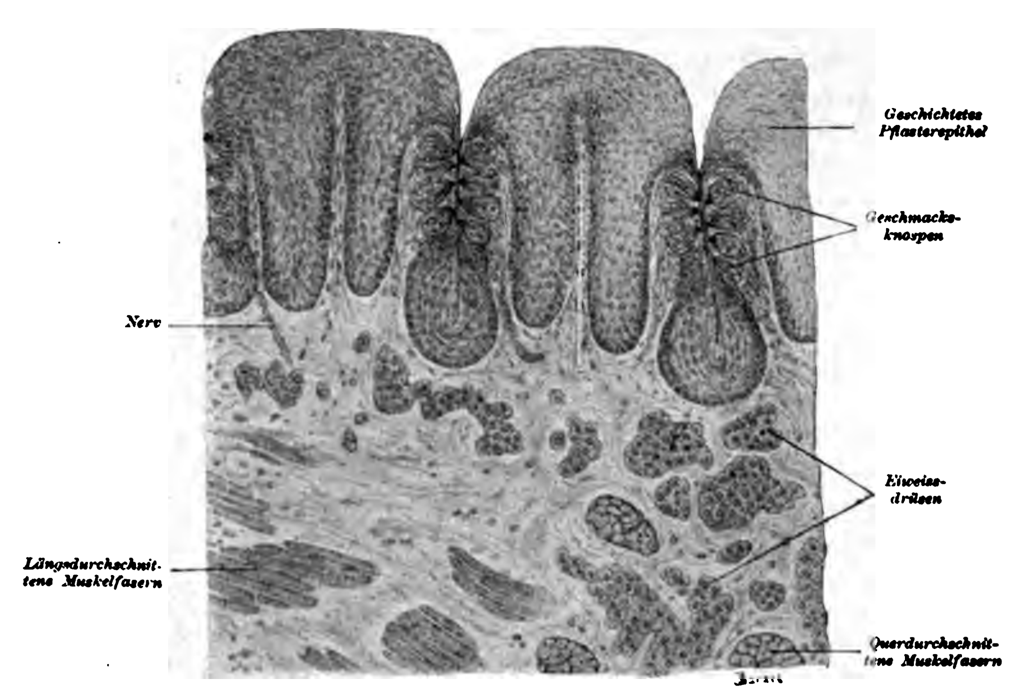


Fig. 249.

Senkrechter Durchschnitt durch die Leistchen der Papilla foliata des Kaninchens.

Ca. 100mal vergrössert.

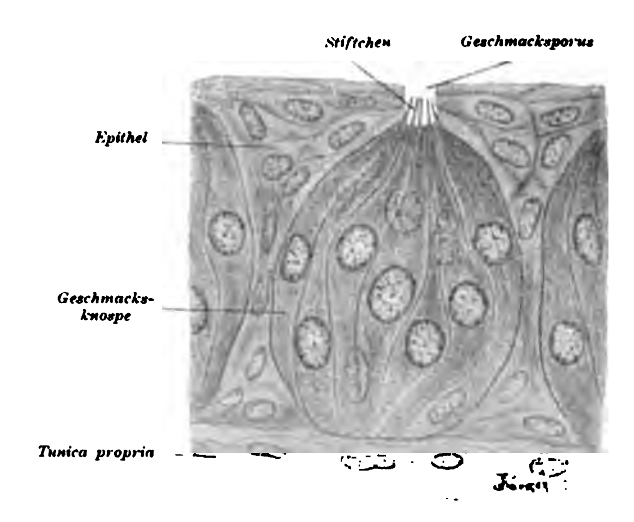


Fig. 250.

Geschmacksknospe von der Papilla foliata eines Kaninchens.

Ca. 850mal vergrössert

liegt. Es sind langgestreckte Zellen, deren peripheres Ende gewöhnlich zugespitzt ist. Die zugespitzten Enden ragen in den Geschmacksporus hinein. Ihre Kerne können bald dem peripheren, bald dem centralen Ende der Zellen näher liegen; an dieser Stelle zeigen die Zellen eine Verdickung.

2. Die Stiftchenzellen sind den eben beschriebenen Stützzellen im allgemeinen ähnlich. Es sind lange spindelförmige Zellen, welche in der Gegend des Kernes etwas verdickt sind. An ihrem peripheren freien Ende tragen sie ein glänzendes Stiftchen, welches in den Geschmacksporus hineinragt und als Kutikularbildung anzusehen ist.

Von F. Hermann wurden überdies in den Geschmacksknospen des Kaninchens an der Basis der Knospen platte verästete Basalzellen beschrieben, welche wahrscheinlich ebenfalls die Bedeutung von Stützzellen haben.

Wie neuere Forschungen nachgewiesen haben (Retzius, Arnstein, v. Lenhossék), treten die Sinneszellen (Stiftchenzellen) mit den Fasern des N. glossopharyngeus nur durch Kontakt in Verbindung. Die Äste des N. glossopharyngens bilden in der Tunica propria ein gröberes Geflecht, von welchem sich dünne Bündel abzweigen, die einen feinen subepithelialen Plexus bilden. Nur ein Teil der, bald markhaltigen, bald marklosen Nervenfasern ist für die Knospen bestimmt, ein Teil dagegen endigt zwischen den Knospen. Die in die Geschmacksknospen eintretenden sog. intragemmalen Nervenfasern (Gemma = die Knospe), verästeln sich sehr reichlich, umspinnen die Zellen der Knospe, vornehmlich die Stiftchenzellen und endigen, indem sie beinahe bis zum Geschmacksporus gelangen, frei mit feinen Anschwellungen, welche den Stiftchenzellen eng anliegen. Die zwischen den Knospen endenden intergemmalen Fasern unterscheiden sich gar nicht von den freien Nervenendigungen in den geschichteten Pflasterepithelien. Ihre dendritischen Endäste dringen bis in die oberflächlichsten verhornten Schichten, wo sie mit feinen Knöpfchen enden.

Allgemeine mikroskopische Technik.

Das Mikroskop.

Wir können uns hier nicht in eine nähere Besprechung der Theorie des Mikroskops und in eine eingehende Beschreibung desselben einlassen, sondern müssen uns auf nachstehende Bemerkungen beschränken.

Zur Untersuchung histologischer Objekte dienen optische Instrumente, deren wesentliche Bestandteile vergrössernde Linsen bilden. Diese Instrumente nennt man Mikroskope, deren wir zwei Arten unterscheiden, sog. einfache Mikroskope oder Lupen, welche nur unbedeutend vergrössern, und zusammengesetzte Mikroskope, welche aus mehreren Linsensystemen bestehen und infolgedessen stark vergrössern können. Diese letzteren Apparate besitzen zwei Hauptbestandteile: das Stativ und die Linsen.

Das Stativ besteht aus einer, auf einer Fussplatte senkrecht ruhenden Säule, aus einer mit dieser fest verbundenen Hülse, in welcher eine verschiebbare Röhre, der sog. Tubus steckt, ferner aus einem Objekttisch und einem, unter demselben angebrachten, beweglichen Spiegel. Der zwischen dem Tubus und dem Spiegel befindliche Objekttisch besitzt an der Stelle, welche der unteren Öffnung des Tubus entspricht, ein rundes Loch, durch welches mittelst des Spiegels die Lichtstrahlen von der Lichtquelle auf das auf dem Tische liegende, im durchfallenden Licht zu untersuchende Objekt geworfen werden. Zur Regelung der Intensität des Lichtes werden unter der Öffnung des Objekttisches „Blenden" angebracht. Man bedient sich gewöhnlich der sog. Cylinderblenden, d. i. der mit Löchern von verschiedenem Durchmesser versehenen Cylinder oder der sog. Irisblenden, deren Öffnung mittelst eines Handgriffs in jeder gewünschten Weise schnell erweitert und verengert werden kann. Gewöhnlich befindet sich auf einer Seite ein Planspiegel, dessen man sich bei schwachen Vergrösserungen bedient, und auf der anderen ein bei stärkeren Vergrösserungen zu verwendender concaver Spiegel, welcher die Lichtstrahlen sammelt. Will man die Lichtstrahlen noch mehr konzentrieren, so bedient man sich sog. Beleuchtungsapparate oder Kondensoren, von welchen der Abbé'sche Beleuchtungsapparat der vollkommenste ist. Diese Kondensoren leisten namentlich bei sehr starken Vergrösserungen, welche eine bedeutende Menge Licht erfordern, grosse Dienste. Bei Untersuchungen im auffallenden Lichte wird der Spiegel so gestellt, dass die reflektierten Strahlen nicht in die Tischöffnung fallen.

Der Tubus wird bei Mikroskopen von einfacherem Baue in der Weise gesenkt und gehoben, dass man ihn mit der Hand in der Hülse dreht, bei komplizierteren Mikroskopen dagegen wird er mit Zahn und Trieb bewegt (grobe Einstellung). Zur feinen Einstellung des Tubus dient die Mikrometerschraube, welche sich am oberen Ende der Säule befindet; beim Drehen derselben nach rechts oder links hebt oder senkt sich der Tubus um den Bruchteil eines Millimeters.

Den zweiten und wesentlichen Bestandteil des Mikroskopes bilden die Linsensysteme zweierlei Art, die sog. Okulare und die Objektive. Das Okular fügt man in die obere Öffnung des Tubus ein, das Objektiv schraubt man in die untere Öffnung an. Das Okular ist eine an beiden Seiten mit Linsen versehene Röhre, von denen die obere die Okularlinse, die untere dagegen die Kollektivlinse heisst. Das Objektiv besteht aus einer ganzen Reihe von Sammellinsen (3—4), von denen die kleinste und dem Präparate zunächst liegende die Frontlinse heisst. Wir unterscheiden vor allem zwei Arten von Objektiven, die sog. Trockenlinsen und die Tauch- oder Immersionslinsen. Die ersteren reichen zu gewöhnlichen Zwecken aus, die letzteren finden die grösste Anwendung bei Untersuchungen der feineren Zell- und Kernstruktur, sowie bei bakteriologischen Studien. Der Unterschied zwischen diesen beiden Linsengattungen besteht darin, dass bei Trockensystemen zwischen dem zu untersuchenden Objekte und der Frontlinse sich eine Luftschicht befindet, welche die in das Objektiv eintretenden Strahlen passieren müssen, während bei den Immersionslinsen die Luftschicht durch ein Medium von einem, mehr oder weniger dem Glase gleichen, Brechungsvermögen vertreten wird. Es ist dies von sehr grosser Wichtigkeit; denn die vom Objekte ausgehenden Strahlen müssen zunächst in das Deckgläschen und sodann in die Luft übergehen, bevor sie endlich in das Objektiv gelangen. Bei dem Übergange vom Glase in die Luft erleiden die Strahlen eine Ablenkung nach aussen und ein Teil derselben geht für das mikroskopische Bild verloren. Indem wir diese Luftschicht durch ein dichteres Medium ersetzen, beugen wir diesem Übertritte der Strahlen in die Luft vor. Man kann zu diesem Zwecke Wasser oder Öl (Cedernöl) gebrauchen, von denen man einen Tropfen auf das Deckgläschen bringt, wobei man den Tubus so weit senkt, dass die Frontlinse mit dem Tropfen in Berührung kommt. Wir unterscheiden also Wasserimmersionen und Ölimmersionen; diese letzteren, welche auch als homogene Immersionssysteme bezeichnet werden, übertreffen bei weitem die Wasserimmersionen, da der Brechungsindex des Cedernöles und Glases gleich ist.

In letzter Zeit hat Karl Zeiss in Jena sog. Apochromatobjektive eingeführt, bei denen es ihm fast gelungen ist, die chromatische und sphärische Aberration zu beseitigen.

Einen bequemen Nebenapparat bildet der sog. Revolverobjektivwechsler, welcher einen schnellen Wechsel der Objektive ohne die Notwendigkeit eines fortwährenden Ab- und Anschraubens derselben ermöglicht. Der Revolver kann zur Aufnahme von 2—5 Linsen eingerichtet werden.

Schliesslich noch einige praktische Bemerkungen über die Handhabung des Mikroskops:

a) Die Linsen und Spiegel sind mit den Fingern nicht anzufassen. Man reinigt sie am besten von Staub und Schmutz mittelst eines alten, weichen Leinwandlappens.

b) Die beste Lichtquelle ist der mit weissen Wolken bedeckte Himmel. Wenn das direkte Sonnenlicht, welches zu vermeiden ist, auf das Fenster, an welchem gearbeitet wird, scheint, so ist am Fenster ein weisser Vorhang anzubringen. Von künstlichen Lichtquellen, welche dem Tageslicht nie gleichwertig sind, ist das Auer'sche und elektrische Glühlicht das beste, das letztere beim Einlegen einer Platte von blauem Kobaltglas in die Blendöffnung.

c) Stärkere Objektive erfordern ein stärkeres Licht, deshalb reicht bei schwachen Vergrösserungen ein Planspiegel aus, bei mittleren ist ein Konkavspiegel, bei starken ein Kondensor notwendig.

d) Bei schwachen Vergrösserungen werden Blenden mit grosser, bei starken mit kleiner Öffnung gebraucht.

e) Die Fokusdistanz schwacher Linsen ist gross; je stärker die Linse, desto kleiner die Fokusdistanz.

f) Jedes Objekt ist immer zuerst in schwacher Vergrösserung zu betrachten, und sodann erst die starke Vergrösserung in Anwendung zu bringen.

g) Objektive mit schwachen Okularen geben bessere Bilder, deshalb ist es vorteilhafter, stärkere Vergrösserungen durch eine Kombination stärkerer Objektive mit schwachen Okularen zu erhalten, als durch eine Kombination schwacher Objektive mit stärkeren Okularen.

h) Da man bei einer Einstellung immer nur das in einer Ebene liegende Bild sehen kann, muss der Tubus durch Drehen der Mikrometerschraube gesenkt und gehoben werden, damit auch die tieferen und höheren Ebenen des Objektes studiert werden können.

Das Herstellen der mikroskopischen Präparate.

Die Elemente des tierischen Organismus können entweder lebensfrisch oder nach entsprechender Präparation mittelst spezieller Methoden untersucht werden.

Ohne Präparation lassen sich nur wenige Objekte unter dem Mikroskop untersuchen. Hieher gehören in erster Linie Flüssigkeiten, welche vom Tierorganismus herrühren, als Blut, Sperma etc. Dieselben werden in der Art untersucht, dass man einen Tropfen der betreffenden Flüssigkeit auf eine Glasplatte, den sog. Objektträger giebt, denselben mit einem sehr dünnen Deckglas zudeckt und unter dem Mikroskope untersucht. Geformte, in diesen Flüssigkeiten befindliche Elemente können fixiert und wie Schnitte gefärbt werden (hierüber unten). Auch dünne Häute, z. B. das Omentum, Mesenterium, Fascien, können im frischen Zustande direkt in der

Weise untersucht werden, dass man sie auf dem Objektträger ausbreitet, einen Tropfen indifferenter Flüssigkeit zusetzt und mit einem Deckgläschen zudeckt. (Über das Fixieren und Färben der Häute siehe unten.)

Wir wollen bei dieser Gelegenheit einige indifferente Zusatzflüssigkeiten namhaft machen:

a) Kammerwasser — Humor aqueus — aus der vorderen Augenkammer,

b) Blutserum, am besten von demselben Tiere,

c) Physiologische Kochsalzlösung (0.6—0.7%).

Wollen wir grössere Organe untersuchen, so müssen wir entweder ihre morphologischen Elemente voneinander trennen, das heisst isolieren, oder sie in feine Schnitte zerlegen. Unter dem

Isolieren

verstehen wir die Zerlegung des Gewebes in seine Elementarteile. Das frische Gewebe lässt sich direkt isolieren, es ist dies jedoch eine mühevolle Arbeit. Man geht nämlich so vor, dass man an ein kleines Stückchen, z. B. einer Sehne, eines Nerven und so fort, welches auf dem Objektträger liegt, zwei scharfe Nadeln an einem Ende desselben ansetzt, dieselben auseinanderschiebt, und das Stückchen dadurch in der langen Achse zerreisst. Dieses Vorgehen wird so lange wiederholt, bis man einzelne Fasern oder Zellen erlangt. Wenn das Objekt farblos ist, zerrupft man es auf einer schwarzen Unterlage, wobei dasselbe immer anzuhauchen ist, damit es nicht austrocknet.

Es ist vorteilhafter, erst nach vorläufiger Lockerung des Zusammenhanges der Elemente des Gewebes durch Auflösung der Kittsubstanz mit Macerationsmitteln zu isolieren. Wir wollen einige Isolationsmittel anführen:

a) Ranvier's Drittelalkohol (33%); man erhält dasselbe durch Mischung von 35 ccm des 96%igen Alkohols mit 65 ccm destill. Wasser. Es ist dies ein ausgezeichnetes Macerationsmittel, welches vor allem zur Isolation der Epithelzellen sehr gut verwendbar ist. Man geht auf folgende Weise vor: man legt Stückchen (z. B. der Schleimhaut, des Darmtraktus) von ca. 5 mm Seite in 10 ccm der Flüssigkeit. Die Zeitdauer schwankt. Zellen von einschichtigem Epithel lassen sich schon nach 6—12 Stunden isolieren; bei geschichteten Pflasterepithelien dauert es 24 und mehr Stunden. Nach Ablauf dieser Zeit werden kleine Fetzen mittelst einer Pinzette herausgenommen und auf dem Objektträger noch mit Nadeln verzupft, mit dem Deckgläschen bedeckt und untersucht.

b) Die Kalilauge oder Natronlauge eignet sich am besten in 33%iger Lösung zur Isolierung von quergestreiften und glatten Muskeln (Einlagen in 10—20 ccm der Flüssigkeit für 20 Minuten), sowie von Nägeln (für 3—5 Stunden), in 4,6%iger Lösung dagegen zur Isolierung von Haaren (Einlegen für 3—4 Tage). Die Objekte müssen in Lauge derselben Konzentration (ohne Zusatz von Wasser, was die sofortige Zerstörung der Elemente nach sich ziehen würde) weiter untersucht werden. Es ist

darauf zu achten, dass die Frontlinse in die Lauge nicht eintaucht. Diese Lösungen sind immer frisch zu bereiten.

Überdies kommen noch viele andere Isolationsmittel in Verwendung, als:

c) Einfach chromsaures Ammoniak wird in 5%iger Lösung zur Isolierung der Epithelien der Schleimhäute und der Niere angewandt; Einlegen für 24 Stunden.

d) Die reine Salzsäure bewirkt nach 10—20 Stunden die Isolierung der Nierenkanälchen. Man lege in mehrere Stücke (ca. 1 cm Seite) zerlegte Nieren in ca. 10 ccm reine Salzsäure und nachdem man sie durch 12 bis 24 Stunden im Wasser ausgespült hat, schüttelt man sie in einem Glase mit Wasser.

Die zweite Art der Zerlegung grösserer Organe in kleine, zur Untersuchung geeignete Stücke, beruht darauf, dass man Stücke der Organe mittelst eines scharfen Messers in sehr dünne Schnitte (1—50 μ und dickere) zerlegt. Gegenwärtig ist das Zerlegen mit dem Messer aus freier Hand beinahe ganz ausser Gebrauch gekommen, seitdem speziell zu diesem Zwecke konstruierte Apparate, sog. Mikrotome zur Verwendung gelangen. Die Mehrzahl derselben beruht auf dem Prinzipe, dass entweder das Objekt befestigt ist und das Messer sich auf einer Bahn hin- und herbewegt, wobei das Objekt bei jeder Bewegung des Messerschlittens um eine bestimmte Anzahl Mikromillimeter in die Höhe gehoben wird, so dass wir eine ganze Reihe Schnitte von derselben Dicke erhalten können, oder aber, dass das Messer unbeweglich bleibt und das auf dem Objektschlitten befestigte Objekt auf dessen Schneide fällt, und bei jedem Herabfallen um einen bestimmten Teil eines Millimeters nach vorwärts verschoben wird.

Um jedoch das Zerlegen in solche dünne Schnitte im allgemeinen zu ermöglichen, muss das gegebene Objekt entsprechend vorbehandelt werden; der Knorpel allein lässt sich ohne Präparation in dünne Stückchen zerlegen, alle anderen Gewebe und Organe müssen gehärtet werden, damit sie schnittfähig werden. Dies können wir entweder mittelst des Gefrierens oder des Härtens und der nachfolgenden Durchtränkung mit Paraffin oder Celloidin erreichen.

Das Gefrieren frischer Stücke von Organen auf den zu diesem Zwecke entsprechend eingerichteten Gefrierapparaten findet dort grosse Anwendung, wo es sich um eine schnelle Herstellung mikroskopischer Präparate handelt.

Um auf die zweite Art, das ist mittelst Härtung dem Gewebe eine entsprechende Konsistenz zu verleihen, muss das Präparat vorher fixiert werden. Unter

Fixation

versteht man das Abtöten und Konservieren des lebensfrischen Gewebes mit Hilfe von sog. Fixierungsmitteln auf die Art, dass die Struktur desselben möglichst unverändert erhalten bleibt. Wir bedienen uns der

Fixiermittel gewöhnlich in Form von Flüssigkeiten, deren wir eine grosse Menge besitzen.

Vor allem wollen wir einige allgemeine Regeln über die Fixierung anführen:

a) Die Fixierungsflüssigkeiten sind immer in sehr grossen Mengen zu verwenden, die Menge der Flüssigkeit soll gewöhnlich die Dimension des fixierten Objektes 50—100 mal übertreffen;

b) die Stückchen des zu fixierenden Objektes sollen thunlichst klein sein und womöglich 5—10 mm Seite nicht übersteigen;

c) die zu fixierenden Objekte müssen von lebenswarmen Organen herrühren;

d) die Fixierungsflüssigkeit soll immer ganz klar sein, die trübe gewordene ist durch eine frische zu ersetzen;

e) auf den Boden des Gefässes, in welchem fixiert wird, ist etwas Watte zu legen, um die Berührung des Präparates mit dem harten Boden des Gefässes zu vermeiden und die allseitige Einwirkung der Fixierungsflüssigkeit zu ermöglichen.

Wir beschränken uns absichtlich auf die Angabe der besten und der am meisten gebrauchten Fixierungsflüssigkeiten:

1. Absoluter Alkohol ist ein gutes Fixiermittel, fixiert schon in 24 Stunden, während welcher Zeit er mehrmals zu wechseln ist, verleiht gleichzeitig dem Objekte die entsprechende Härte und macht es schnittfähig.

2. Die Überosmiumsäure (auch Osmiumsäure genannt) wird gewöhnlich in $^1/_2$ bis 1% Lösung gebraucht. Sie dringt nur wenig in das Innere des Gewebes, deshalb dürfen die Stückchen höchstens 5 mm dick sein. Die Dauer der Einwirkung beträgt 6—24 Stunden. Sie muss im Dunkeln in Flaschen mit eng eingeschliffenen Glasstöpseln aufbewahrt werden. Die Dämpfe der Überosmiumsäure wirken stark reizend auf die Schleimhäute. Die mit ihr behandelten Objekte müssen nach der Fixation 24—48 Stunden lang im fliessenden Wasser ausgewaschen werden. Zur Fixierung besser geeignet sind Mischungen, deren Bestandteil die Überosmiumsäure bildet, und deren wir die nachfolgenden zwei anführen:

3. Die Flemming'sche Flüssigkeit (Chrom-Osmium-Essigsäure). Dieselbe wird gewöhnlich in folgender Zusammensetzung gebraucht:

1%ige Chromsäure 15 Massteile, 2%ige Osmiumsäure 4 Massteile, Eisessig 1 Massteil.

Die Dauer der Einwirkung beträgt 3—24 Stunden bis 3 Tage. Dann wird das Objekt im fliessenden Wasser 24 Stunden lang ausgespült.

4. Die Hermann'sche Flüssigkeit (Platin-Osmium-Essigsäure). Dieselbe besteht aus:

15 ccm 1%iger wässeriger Platin-Chlorid-Lösung, 4 ccm 2%iger Osmiumsäure und 1 ccm Eisessig.

Behandlung wie bei der Flemming'schen Flüssigkeit. Diese Flüssigkeit fixiert ebensogut wie die Flemming'sche, ist jedoch noch teuerer wie die letztere.

Die Überosmiumsäure und die zwei letztgenannten Flüssigkeiten gebraucht man in verhältnismässig geringen Mengen (der zwanzigfachen des Objektes).

5. Die Müller'sche Flüssigkeit besteht aus 2 bis 2½ g Kalium bichromicum, 1 g Natrium sulfuricum und 100 ccm Wasser.

Man fixiert mit diesem Mittel im Dunkeln in sehr reichlichen Mengen der Flüssigkeit. Die Dauer der Einwirkung ist je nach der Grösse des Objektes 6 Wochen bis 3 Monate. In der ersten Woche wechselt man die Flüssigkeit jeden oder jeden zweiten Tag, sodann zweimal wöchentlich.

Die Müller'sche Flüssigkeit eignet sich speziell zum Fixieren der Zentralnervenorgane.

6. Die Erlicki'sche Flüssigkeit besteht aus 2½ g Kalium bichromicum, 1 g Cuprum sulfuricum und 100 ccm Wasser.

Sie fixiert in einem Drittel der Zeit, welche die Müller'sche Flüssigkeit beansprucht und hat mit ihr dasselbe Anwendungsgebiet.

7. Das Sublimat (Quecksilberchlorid) wirkt am besten als eine unter Erwärmen gesättigte Lösung in physiologischer (0,6%) Kochsalzlösung mit Zugabe von 1—5 ccm Eisessig auf 100 ccm der Flüssigkeit (Sublimat-Eisessig). Die Dauer der Einwirkung variiert je nach der Durchdringlichkeit und Grösse des Objektes zwischen 1—24 Stunden. Bei Flüssigkeiten, welche Sublimat enthalten, sind metallene Instrumente zu vermeiden.

8. Die Zenker'sche Flüssigkeit hat folgende Zusammensetzung:

Kalium bichromicum 2,5 g, Natrium sulfuricum 1 g, Sublimat 5 g, Eisessig 5 ccm, Wasser 100 ccm.

Die Stücke werden darin 24 Stunden belassen.

Von den hier angeführten Flüssigkeiten empfehlen wir als die besten: die Zenker'sche Flüssigkeit, die Flemming'sche Flüssigkeit und der Sublimat-Eisessig.

Nach allen hier angeführten acht Flüssigkeiten ist die weitere Behandlung der mit vorgenannten Flüssigkeiten fixierten Objekte eine verschiedene.

Mit Ausnahme des Alkohols erfordert jede andere Fixierungsflüssigkeit eine nachträgliche

Härtung,

und dies zu dem Zwecke, um die fixierten Objekte in feine Schnitte zerlegen zu können. Die Härtung wird am besten mittelst Alkohol bewirkt. Man beginnt gewöhnlich mit 40—55%igem Alkohol und geht successive zu 70%, 85% und 96% über. In jedem dieser Alkohole lassen wir die Stückchen 12—24 Stunden lang liegen. Im 96%igem Alkohol können dieselben längere Zeit liegen. Man muss ihn solange wechseln, bis die letzten Spuren des Fixierungsmittels aus dem Objekte ausgezogen worden sind.

Nach der Fixierung im Sublimat überträgt man die Objekte direkt in einen schwachen Alkohol, nach anderen hier genannten Fixierungsflüssigkeiten (2, 3, 4, 5, 6, 8) dagegen erst nach vorherigem Auswaschen in fliessendem Wasser 24 Stunden lang.

Nach Fixation mit Flüssigkeiten, welche Sublimat enthalten (7, 8), muss dem Alkohol (vom 70%igen angefangen) tropfenweise Jodtinktur so lange beigegeben werden, bis der gelbgefärbte Alkohol sich binnen 24 Stunden nicht weiter entfärbt. Dies hat den Zweck, die in den fixierten Geweben vorhandenen Sublimatkrystalle zu beseitigen.

Alle Gewebe mit Ausnahme der Knochen lassen sich in Schnitte zerlegen; um jedoch den Knochen schnittfähig zu machen, muss man die in demselben enthaltenen Kalksalze lösen, denselben entkalken. Zum

Entkalken

müssen immer Stücke fixierter und gehärteter Knochen verwendet werden, damit der Bau der Weichteile gut erhalten bleibt.

Sollen Knochenstücke vom starken Alkohol in die wässerige Entkalkungsflüssigkeit übertragen werden, so ist es vorteilhaft, sie vorher noch für etwa 12 Stunden in Alkohol von mittlerer Konzentration zu übertragen. Die Entkalkungsflüssigkeiten sind in reichlichem Masse zu gebrauchen und öfters zu wechseln. Ob der Knochen bereits ganz entkalkt ist, davon überzeugen wir uns durch Einstechen mit einer Nadel. Ein sehr gutes Entkalkungsmittel bildet die

a) Salpetersäure in wässerigen oder alkoholischen Lösungen. Wässerige Lösungen gebraucht man 1—9%ig. Konzentration und Dauer der nötigen Einwirkung sind verschieden. Fötale oder ganz kleine Knochen sind in 1%iger Lösung schon in 3—10 Tagen entkalkt. Für grosse Knochenstücke Erwachsener und für Zähne gebraucht man 3—9%ige Lösungen, welche mehrere Tage bis wochenlang einwirken müssen. Nach erfolgter Entkalkung müssen die Stücke etwa 12 Stunden lang im fliessenden Wasser ausgewaschen werden, um jede Spur von Säure zu beseitigen; sodann müssen sie abermals in Alkohole von steigender Konzentration, von 55% angefangen, gelegt werden.

Bequem wird mit Salpetersäure in alkoholischen Lösungen entkalkt, wozu eine 3%ige Lösung in 70%igem Alkohol verwendet wird. Hier dauert das Entkalken gewöhnlich mehrere Tage bis wochenlang, sodann muss jedoch der 96%ige Alkohol täglich solange gewechselt werden, bis das blaue Lackmuspapier uns von dem Fehlen der Säure überzeugt.

b) Auch die Salzsäure leistet bei der Entkalkung sehr gute Dienste. Man gebraucht dieselbe gewöhnlich in ½—1%igen wässerigen Lösungen.

Da jedoch die Salzsäure, allein angewendet, die Grundsubstanz des Knochens zur Aufquellung bringt, so gebraucht man sie am besten in Form der Ebner'schen Kochsalz-Salzsäurelösung, in welcher die Anwesenheit von Kochsalz der Quellung entgegenwirkt.

Diese Entkalkungsflüssigkeit wird so bereitet, dass eine kaltgesättigte Kochsalzlösung mit zwei Volumina Wasser verdünnt und hiezu 2—5% (für Zähne 10—20%) Salzsäure zugesetzt wird. Diese Flüssigkeit entkalkt

sehr langsam und muss oft gewechselt werden. Die Stücke müssen nach erfolgter Entkalkung mit einer zur Hälfte gesättigten Kochsalzlösung ausgewaschen werden. Zur vollständigen Neutralisierung des Knochens setzt man zu dieser Kochsalzlösung spurweise Ammoniak zu.

Fixierte und gehärtete Objekte sind schon schnittfähig. Um jedoch einerseits dem Zerbröckeln der Objekte vorzubeugen, andererseits sehr kleine Stückchen beim Schneiden zu handhaben, schliesslich um dem Objekte zum Schneiden eine noch bessere Konsistenz zu verleihen, muss man dasselbe mit speziellen Massen durchtränken.

Nachdem die Objekte genügend lange Zeit im 96%igen Alkohol gelegen haben, kann man zur Vorbereitung derselben für die

Durchtränkung

übergehen.

Zur Durchtränkung wird vor allem Celloidin oder Photoxylin und Paraffin gebraucht. Die Objekte müssen vorher mittelst Alkohol absol. wasserfrei gemacht werden, wodurch sie gleichzeitig gehärtet werden.

Um das Celloidin zur Durchtränkung verwenden zu können, muss dasselbe gelöst werden. Dasselbe ist in einer Mischung zu gleichen Teilen von Alkohol absol. und Schwefeläther (= Alkoholäther) löslich.

Da es in grossen Tafeln käuflich ist, schneidet man es in ganz kleine Stückchen und lässt den darin enthaltenen Alkoholäther und das von der Luft angezogene Wasser ganz verdunsten. Die auf einem Bogen Fliesspapier ausgebreiteten und mit einem zweiten Bogen zugedeckten Stückchen werden nach einigen Tagen vollkommen trocken. Ein bestimmter Teil derselben wird in eine fest schliessende Flasche (jedoch nicht mehr als $^1/_8$ des Inhalts) gegeben und mit einer genau bestimmten Menge Alkohol absolutus übergossen (so dass er die Celloidinstückchen überdeckt). Nach luftdichtem Verschluss der Flasche lässt man diese Mischung 24—48 Stunden lang stehen, während welcher Zeit das Celloidin im zugegossenen Alkohol ein wenig aufquillt. Sodann giesst man eine dem Alkohol gleiche Menge Schwefeläther zu. Im Verlaufe einiger Tage löst sich das Celloidin zu einer homogenen, dicken, syrupähnlichen Flüssigkeit auf. Zur Durchtränkung gebraucht man Celloidin in dicker Lösung (Urlösung, von der Konsistenz eines sehr dicken Syrups) und in dünner Lösung, welche man durch Mischung gleicher Teile der Urlösung und Alkoholäther darstellt.

Ganz ähnlich verwendet man Photoxylin, welches man jedoch vor dem Trocknen nicht in Stücke zu schneiden braucht, da dasselbe ganz wie Baumwolle aussieht. Es ist teurer wie Celloidin und hat höchstens den Vorzug, dass es durchsichtiger ist.

Sowohl die Lösungen von Celloidin als auch Photoxylin sind in hermetisch verschlossenen Flaschen aufzubewahren, um einerseits der Eindickung, andererseits der Aufnahme von Feuchtigkeit aus der Luft vorzubeugen.

Die im Celloidin oder Photoxylin zu durchtränkenden Stückchen überträgt man vom 96%igen Alkohol für 24—48 Stunden in Alkohol absol.,

sodann für 24 Stunden in Alkohol absol. und Schwefeläther zu gleichen Teilen, ferner auf 3—7—14 Tage in ein dünnes Celloidin (Photoxylin) enthaltendes Glas, schliesslich auf dieselbe Zeitdauer in ein Glas mit dicker Lösung von Celloidin.

Sodann giesst man den ganzen Inhalt des Glases samt den Objekten in luftdicht schliessende Glasdosen. Das Objekt wird mit Hilfe einer Nadel orientiert, um es später entsprechend schneiden zu können. Wenn das Celloidin in der Glasdose die Objekte nicht zudeckt, muss eine dicke Lösung zugegossen werden.

Man giesst auf die Oberfläche einige Tropfen Schwefeläther und verschliesst die Glasdose hermetisch, damit die Luftblasen aus dem Celloidin entweichen können. Nach einigen bis 24 Stunden wird der Deckel ein wenig gelüftet (durch Einlegen eines Stückchens Karton zwischen den Rand der Glasdose und ihren Deckel), damit der Alkoholäther langsam verdunsten kann. Wenn das Celloidin nach 1—2 Tagen eine solche Festigkeit erreicht hat, dass man es mit der Fingerkuppe gar nicht mehr eindrücken kann, so giesst man 70%igen Alkohol in die Glasdose und schneidet nach einigen Stunden aus der ganzen Masse entsprechende Blöcke, welche die durchtränkten Objekte enthalten. Diese Blöcke werden in einem Glas mit 70%igem Alkohol aufbewahrt, in welchem das Celloidin die Konsistenz des Kalbsknorpels erreicht und in welchem die Präparate bis zur weiteren Bearbeitung aufgehoben werden können.

Wenn das Celloidin nicht hart genug ist, um sehr feine Schnitte erhalten zu können, so überträgt man die Blöcke in Glycerin, wo das Celloidin hart und durchsichtig wird.

Zur Durchtränkung mit Paraffin gebraucht man reines Paraffin von verschiedenen Schmelzpunkten. Wir verwenden zwei Arten Paraffin, ein weiches von 45° C Schmelzpunkt und ein hartes von 56—57° C.

Zur Durchtränkung gebraucht man speziell zu diesem Zwecke konstruierte Paraffinöfen, in welchen man mit Hilfe eines Thermoregulators eine bestimmte Temperatur konstant erhält.

Die mit Paraffin zu durchtränkenden Stückchen müssen vollkommen wasserfrei sein. Zu diesem Zwecke überträgt man dieselben für die Dauer von 24 Stunden vom 96%igen Alkohol in absoluten, sodann in eine Mischung von $^2/_3$ Teilen eines solchen Alkohols mit $^1/_3$ Chloroform, hierauf in eine Mischung von $^1/_3$ Alkohol und $^2/_3$ Chloroform, schliesslich in reines Chloroform, indem man die Stückchen in jeder dieser Mischungen durch 2—12 Stunden belässt. Sodann überträgt man die Objekte in mit Paraffin gesättigtes Chloroform und stellt das Glas oben auf den Paraffinofen, so dass die Temperatur ca. 35° C. beträgt. Am nächsten Tage überträgt man die Objekte in geschmolzenes weiches Paraffin, welches am besten in das oberste Fach des Paraffinofens gestellt wird, auf 2—4 Stunden, sodann in hartes Paraffin in der unteren Abteilung des Ofens auf dieselbe Dauer je nach der Grösse und Durchdringbarkeit des Objektes. Nach Ablauf dieser Zeit giesst man die Objekte samt dem harten Paraffin in eine Form. Als Form sind Papier-

kästchen, welche man aus gewöhnlichem Papier selbst anfertigen kann, sehr praktisch. Während dieser Einbettung werden die Objekte mit Hilfe eines erwärmten Spatels und einer Nadel entsprechend orientiert. Jetzt wird die ganze Form in kaltes Wasser, am besten mit Zugabe von Eis oder Schnee gestellt, um ein möglichst rasches Erstarren des Paraffins herbeizuführen, denn dann wird es vollkommen homogen und lässt sich gut schneiden. In dem kalten Wasser belässt man die Formen mit Paraffin einige Stunden lang, hierauf lassen sich die Blöcke eine unbegrenzte Zeit hindurch trocken aufbewahren.

Das Zerlegen der Objekte in Schnitte mittelst der Mikrotome, welche wir hier genau zu beschreiben nicht beabsichtigen, geht verschieden vor sich, je nachdem das Objekt mit Celloidin oder mit Paraffin durchtränkt ist.

Der zu schneidende Celloidinblock kann, wenn er gross genug ist, entweder direkt in den Objekthalter eingespannt oder vorher mittelst Celloidin auf einen Holzklotz geklebt werden. Damit das das Objekt enthaltende Celloidinstück an dem Holzblock fest hafte, legt man beide auf 3—5 Minuten in absoluten Alkohol und klebt sie erst dann mittelst einer dicken Celloidinlösung zusammen. Vor dem Schneiden ist das das Objekt umgebende Celloidin bis auf eine 2 mm breite Schicht abzutragen und erst jetzt schraubt man den Holzklotz in den Objekthalter fest ein. Bei Celloidinobjekten soll das Messer in einem, zur Längsachse des Mikrotoms möglichst spitzen Winkel festgeschraubt werden. Beim Schneiden wird sowohl der Celloidinblock als auch das Mikrotommesser nach jedem Schnitte mittelst eines weichen Pinsels mit 70%igem Alkohol befeuchtet. Mit demselben Pinsel nehmen wir ebenfalls sehr behutsam die Schnitte von der oberen Fläche des Messers ab und bringen dieselben in ein 70%igen Alkohol enthaltendes Gefäss. Dem Rollen der Schnitte wird durch das leichte Anhalten des Randes des angeschnittenen Schnittes mittelst des Pinsels vorgebeugt, wobei wir das Messer ohne Unterbrechung nach vorwärts schieben. Die Schnitte können einige Zeit bis zur weiteren Behandlung im 70%igen Alkohol liegen bleiben.

Anders verfährt man mit Paraffinobjekten:

Der Paraffinblock wird gewöhnlich auf einen Holzblock angeschmolzen, welcher nachher in der Klammer befestigt wird. Auch hier soll die, das Objekt umgebende Paraffinschicht nicht breiter sein als 2 mm; am besten wird der Paraffinblock viereckig zugeschnitten und so orientiert, dass die Messerschneide eine ganze Fläche des Blockes voll trifft.

Gewöhnlich wird das Paraffinmesser quer gestellt, d. i. senkrecht zur Längsachse des Mikrotoms festgeschraubt. Sind die Objekte gross und ungleichen Gefüges, so schneidet man sie besser bei schräger Messerstellung, indem das Messer mit der Längsachse des Mikrotoms einen spitzen Winkel bildet. Bei dieser letzteren Stellung ist der Messerschlitten sehr langsam zu bewegen. Die Paraffinobjekte werden trocken geschnitten. Es ist dafür zu sorgen, dass die Bahn des Mikrotoms sauber und eingeölt sei; das Messer muss scharf und ganz rein sein. Die Unterfläche des Messers wird oft mit

Paraffin beschmutzt; in diesem Falle ist sie mit einem weichen, mit Xylol durchtränkten leinenen Lappen zu reinigen. Das Paraffin ist am besten zu schneiden, wenn sein Schmelzpunkt 55—58° C. beträgt. Man nehme ein um so härteres Paraffin, je dünner die Schnitte werden sollen: für grosse Objekte und ganz dicke Schnitte nehme man ein Paraffin von ca. 50° C., für die dünnsten Schnitte ein Paraffin von 57—58° C. Einen grossen Einfluss übt hier die äussere Temperatur aus; in kalter Jahreszeit lässt sich etwas weicheres, in warmer etwas härteres Paraffin besser schneiden. Ist das letztere zu hart, so kann man sich so helfen, dass man es in der Nähe eines warmen Ofens schneidet; ist es zu weich, so legt man den Paraffinblock in kaltes Wasser ein. Rollen sich die Schnitte zusammen, so werden sie mittelst eines feinen, spitzen Pinsels oder einer feinen Nadel festgehalten.

Die Paraffinschnitte sind gewöhnlich leicht gefaltet. Sie werden am besten auf folgende Art gestreckt: Man lege auf ein Tischchen aus Kupferblech, welches mittelst einer Spiritusflamme leicht erwärmt wird, die in Alkohol sorgfältig gereinigten Objektträger. Auf dieselben giesse man mehrere Tropfen destillierten Wassers oder besser 30%igen Alkohols und lege auf diese Wasser- resp. Spiritusschicht einen oder mehrere, direkt vom Mikrotommesser mittelst eines spitzen Pinsels genommene Schnitte. Wenn die Flüssigkeit sich leicht erwärmt, legen sich die Schnitte glatt. Hiebei muss man dafür sorgen, dass die Flüssigkeit sich nicht zu sehr erwärmt, denn das Paraffin kann schmelzen und dann verdirbt der Schnitt.

Wenn sich die Schnitte bereits vollständig ausgebreitet haben, ordnet man dieselben, lässt das Wasser resp. den Alkohol ablaufen und trocknet die Objektträger samt den Schnitten 12—24 Stunden lang am besten unter einer Glasglocke auf dem Paraffinofen oder im Thermostat bei 35° C. Nach dem Austrocknen haften die Schnitte fest am Objektträger, was auf einer Kapillaratraktion beruht.

Damit die Schnitte noch sicherer haften, kleben wir sie auf Objektträger, welche vorher mit einer feinen Schicht Eiweiss (nach Mayer) überzogen wurden. Hiezu nimmt man: Hühnereiweiss, Glycerin aa 50 g, Natriumsalicylat 1 g.

Diese Mischung wird einige Zeit mit einem Stabe geschlagen und filtriert, was sehr langsam vor sich geht. Die Objektträger bestreicht man am besten so, dass man einen kleinen Tropfen der obigen Mischung mit einem reinen Finger gut verreibt. Auf einen solchen Objektträger giesst man einige Tropfen 30%igen Alkohols, legt darauf die Schnitte und geht weiter so vor, wie oben beschrieben wurde.

Sind die Schnitte auf den Objektträgern bereits festgeklebt und völlig getrocknet, so entfernt man das Paraffin, indem man die Objektträger in entsprechende, mit Xylol gefüllte Gefässe für 5 Minuten legt, worauf dieselben noch einmal in reinem Xylol ausgewaschen werden. Jetzt kann man direkt auf die Schnitte Kanadabalsam geben, oder sie zum Zwecke der Färbung vorher in absoluten Alkohol und sodann in die Farblösungen übertragen.

Sind die letzteren wässerig, so ist es angebracht, die Objektträger mit den Präparaten durch immer schwächere Alkohole (etwa 85%, 60% und 30%) durchzuführen und sie erst sodann in die Farblösung zu übertragen.

Die Färbung.

Zweck der Färbung ist, gewisse Einzelheiten der Struktur der Zellen und Gewebe hervorzuheben, welche in ungefärbten Präparaten entweder gar nicht oder nur sehr undeutlich hervortreten. In ungefärbten Präparaten sind sie an den in Überosmiumsäure oder deren Mischungen fixierten Präparaten am besten sichtbar. Wenn wir zur Färbung nur einen Farbstoff gebrauchen, heisst dieses Verfahren Einfachfärbung, im Gegensatze zur Mehrfachfärbung, bei welcher zwei oder mehrere Farbstoffe zur Verwendung kommen. Mit Hilfe der Mehrfachfärbung erreichen wir eine weitgehende Differenzierung des Präparates, teils infolge der Affinität bestimmter Teile des Zellkörpers oder Kernes zu gewissen Farbstoffen, teils infolge des elektiven Verhaltens gewisser Elemente zu gewissen Farbstoffen. Wir färben die Objekte gewöhnlich nach ihrer Zerlegung in Stücke, wir können jedoch auch ganze Objekte, bevor sie geschnitten sind, durchfärben (Stückfärbung). Der gewöhnliche Zweck der Färbung ist das Hervorheben der Kerne (Chromatin); eine solche Färbung heisst Kernfärbung. Wir müssen uns auf die Anführung der gebräuchlichsten Farbstoffe beschränken.

Karmine. Dieselben leisten vor allem gute Dienste für die Stückfärbung. Als solche werden am häufigsten gebraucht: Alkoholisches Boraxkarmin nach Grenacher. Dasselbe wird auf folgende Art zubereitet:

In 100 ccm einer 4%ig wässerigen Boraxlösung werden durch Kochen 2—3 g Karmin zur Lösung gebracht, sodann 100 g 70%iger Alkohol zugesetzt, längere Zeit umgerührt und nach längerem Stehen filtriert. Die schon gehärteten Stücke lässt man je nach ihrer Grösse 1—2—3 Tage in ca. 30 ccm der Farbflüssigkeit liegen, sodann bringt man sie direkt, ohne sie auszuwaschen, in ca. 30 ccm salzsauren 70%igen Alkohol (4—6 Tropfen Salzsäure auf 100 ccm 70%igen Alkohol). Im salzsauren Alkohol kommt die Differenzierung zu stande; die Farbe bleibt in den Kernen, während das Protoplasma sich entfärbt. Diesen Alkohol muss man gewöhnlich lange einwirken lassen (oft 24 und mehr Stunden) und ihn während dieser Zeit mehrmals wechseln.

Das Alaunkarmin nach Grenacher ist eine reine Kernfärbung. Dasselbe wird in der Weise bereitet, dass man durch (10—20 Min., oder nach Mayer besser) eine Stunde in einer 5%igen wässerigen Alaunlösung (1—) 2 g Karmin kocht. Nach dem Erkalten filtriert man die Lösung und setzt 2 Tropfen Acid. carbol. liquaefact. zu, damit sie nicht verdirbt. Die Schnitte werden 5 Minuten lang oder länger gefärbt, wobei sie selbst bei sehr langer Dauer der Einwirkung nicht überfärbt werden. Sodann werden die Schnitte im Wasser ausgewaschen. Das Alaunkarmin kann ebenfalls zum Durchfärben kleiner Stücke gebraucht werden.

Von den Hämatoxylin- und Hämateingemischen wollen wir bloss zwei erwähnen:

Das Delafield'sche Hämatoxylin: 2 g krystallisiertes Hämatoxylin werden in 12.5 ccm Alk. absol. gelöst; diese Lösung giesse man in 200 ccm einer konzentrierten, wässerigen Ammoniak-Alaunlösung. Man lässt die Flüssigkeit 3—4 Tage in einem offenen Gefässe am Lichte stehen, sodann filtriert man dieselbe und vermischt sie mit 50 ccm reinen Glycerins und 50 ccm Methyl-Alkohols. Dann filtriert man sie zum zweitenmal. Nach wochenlangem Stehen in offener Flasche wird diese Mischung reif und zum Gebrauch fertig.

Man gebraucht dieses Hämatoxylin am besten in sehr schwachen, wässerigen Verdünnungen, indem man ca. 1—2 Tropfen auf 20—50 ccm destillierten Wassers nimmt und 3—12—24 Stunden lang färbt. Sodann muss man die Schnitte längere Zeit (mehrere bis 24 Std.) im Wasser auswaschen, damit die Färbung distinkter wird. Die Kerne (Chromatin) werden schön blau gefärbt, das Protoplasma leicht bläulich, der Schleim (z. B. in Becherzellen) und die Grundsubstanz des hyalinen Knorpels intensiv blau.

Hämalaun nach P. Mayer wird aus Hämatein (Haemateinum cristallisatum) bereitet, indem man 1 g desselben entweder in 50 ccm 90%igem Alkohol durch Erwärmen oder in ganz wenig Glycerin durch Zerreiben im Mörser löst und mit 1 Liter 5%iger Alaunlösung mischt. Dieses Gemisch ist zu filtrieren und dann gleich zum Gebrauch bereit.

Man kann diese Hämalaunlösung, ohne sie zu verdünnen, sowohl zur Schnitt- als auch zur Stückfärbung benutzen. Im ersten Falle färbt sie fast augenblicklich, im zweiten Falle in 24—48 Stunden. Zum Auswaschen verwendet man am besten Alaunwasser (1—2%ige Lösung), welches man bei durchgefärbten Stücken 24—48 Stunden einwirken lässt. Man erhält beinahe eine reine Kernfärbung. Man kann sich auch des mit Alaunwasser verdünnten Haemalauns bedienen, in welchem Falle die Färbung länger dauern muss. Jedenfalls muss man am Ende den Alaun gut auswaschen, am besten mit Leitungswasser.

Haematoxylin-Eisenalaun nach M. Heidenhein. Diese Methode ist nur für sehr dünne (bis 5—8 μ) und namentlich für in Sublimat fixierte Schnitte anwendbar.

Solche, auf den Objektträger aufgeklebte Schnitte kommen in eine 1,5—4%ige (für Zentralkörper 2½%ige) Lösung von Eisenalaun (schwefelsaurem Eisenoxydammoniak) auf ½—3 Stunden (für Zentralkörper auf 6—12 Std.). Dann spült man sie mit Leitungswasser sorgfältig ab und bringt sie auf 24—36 Stunden in eine ½%ige wässerige Lösung von Hämatoxylin. Sodann wäscht man sie wieder mit Wasser ab und differenziert in derselben Eisenalaunlösung. Nach erfolgter Differenzierung (wovon wir uns, nach Ausspülen des Präparates im Leitungswasser, unter dem Mikroskope überzeugen) wäscht man sie genau ¼—1 Stunde in fliessendem Leitungswasser aus. Dann werden die Präparate durch Alkohole und Xylol in Balsam übergeführt.

Diese Methode zeigt die Zentralkörper, das Chromatin, das Schlussleistennetz, die Sekretkapillaren (und Gallenkapillaren), und Mikrosomen.

Man kann nachträglich das Protoplasma mit einer sehr schwachen Lösung Rubin S. nachfärben.

Theerfarbstoffe (Anilinfarben): (Klassifikation derselben nach Ehrlich siehe S. 113.)

An erster Stelle führen wir Safranin als ein sehr gutes Kernfärbemittel an. Pfitzner löst 1 Teil Safranin in 100 Teilen Alk. abs. und setzt nach einigen Tagen 200 Teile Aq. dest. zu. Schnitte werden 24 St. gefärbt und dann in Alk. abs. differenziert.

Die in der Flemming'schen Flüssigkeit fixierten Schnitte differenziert man in Alkohol abs., welcher 1 Teil Salzsäure auf 1000 Teile Alk. enthält. Man erhält nur das Chromatin des Kernes schön rot gefärbt.

Das Thionin ist auch eine empfehlenswerte Anilinfarbe. Eine 1%ige wässerige Lösung färbt in einigen Minuten Kerne (Chromatin) blau und Schleim rot. Dann müssen die Schnitte mit Wasser abgespült werden.

Vesuvin in 2%iger wässeriger Lösung ist ein gutes braunes Kernfärbemittel. Ca. 5 Minuten lang oder länger gefärbte Präparate wäscht man kurz in destilliertem Wasser ab. Von hier überträgt man sie in Alkohol abs., welcher ebenfalls ein wenig entfärbt. Nach dem Aufhellen schliesst man die Präparate in Kanadabalsam ein.

Von den Mehrfachfärbungen führen wir nachstehende an:

Hämatoxylin-Eosin und Hämalaun-Eosin. Die im Hämatoxylin oder Hämalaun gefärbten und in Wasser ausgewaschenen Präparate kommen für ca. 5 Minuten in eine schwache wässerige Eosinlösung (1 Eosin : 1000 Wasser). Dann werden sie in Wasser ausgewaschen und für 3—5 Minuten in 96%igen Alkohol gelegt.

Sodann Aufhellen und Einschluss in Kanadabalsam.

Solche Präparate zeigen blaugefärbte Kerne, blassrotes Protoplasma und rote Blutzellen.

Pikrokarmin nach Weigert ist folgendermassen herzustellen: 2 g Karmin werden mit 4 ccm Ammoniak verrührt und in einem fest geschlossenen Gefässe 24 Stunden stehen gelassen; es werden sodann 200 g wässerige Pikrinsäure zugesetzt. Nach 24 Stunden werden einige Tropfen konzentrierte Essigsäure hinzugesetzt, die einen Niederschlag verursachen. Am nächsten Tage wird filtriert. Geht der feine Niederschlag durch das Filter, so setze man Spuren von Ammoniak hinzu, damit derselbe sich löse. Mit Eiweiss angeklebte Schnitte lösen sich ab.

Pikrinsäure kann auch zur Nachfärbung der mit Karmin, Hämatoxylin oder Safranin vorgefärbten Schnitte entweder in wässeriger oder schwacher alkoholischer Lösung angewendet werden. Dann müssen die Schnitte sorgfältig mit Wasser ausgewaschen werden.

Methylgrün-Fuchsin S.-Orange (Biondi-Ehrlich'sches Dreifarbengemisch). Wir geben dasselbe in M. Heidenhein's Modifikation an:

Es werden gesättigte wässerige Lösungen der drei Farben angefertigt.

Man löst nämlich 20 g Rubin S in 100 ccm Wasser, 8 g Orange G in 100 ccm Wasser, 8 g Methylgrün 00 in 100 ccm Wasser.

Von diesen gesättigten Lösungen mischt man 4 ccm der ersten mit 7 ccm der zweiten, dann gebe man 8 ccm der dritten zu. Man muss diese Reihenfolge einhalten, da sonst Niederschläge entstehen. Zur Färbung wird 1 ccm dieser »Stammlösung« mit 50—100 ccm Wasser verdünnt. Nach M. Heidenhein ist es vorteilhaft, der Farbe tropfenweise so viel ganz schwacher Essigsäure (1 : 500 Wasser) unter Umrühren zuzusetzen, bis die Farbe kräftig karmoisinrot aussieht.

Am besten färben sich die mit Sublimat oder Sublimatgemischen fixierten Präparate, wenn sie in ganz dünne (bis 5 μ) Schnitte zerlegt worden sind. Die Färbung dauert 24 Stunden. Dann wäscht man direkt mit reinem oder etwas angesäuertem 90%igem Alkohol aus (auf 100 ccm Alk. 2—4 Tropfen Essigsäure). Vorbedingung des Gelingens der Färbung ist die gute Qualität der Farbstoffe (am besten zu beziehen aus der Aktiengesellschaft für Anilinfabrikation in Berlin).

Die weitere Behandlung der gefärbten Celloidinschnitte ist verschieden und davon abhängig, ob wir dieselben in Kanadabalsam (resp. Dammarharz) einschliessen oder in Glycerin einlegen wollen. Im ersten Falle bringen wir die Schnitte zur Entwässerung auf 5 Minuten aus dem Wasser in 96%igen Alkohol. Von hier gelangen die Schnitte schnell ins Aufhellungsmittel, d. i. in stark lichtbrechende Medien, jedoch in solche, welche das Celloidin nicht auflösen, z. B. in Bergamottöl oder Origanumöl, am besten in Weigert'sches Karbolxylol, d. i. ein Gemisch aus 1 Teile Acid. carbol. cryst. und 3 Teilen Xylol. Dies letztere Gemisch kann jedoch bei basischen Anilinfarbstoffen nicht gebraucht werden, weil die Karbolsäure diese Farben auszieht. Wir lassen die Schnitte in diesen Aufhellungsmedien etwa 5 Minuten lang liegen. Wenn eine Trübung des Schnittes auftritt, so war derselbe nicht vollständig entwässert. Einen solchen Schnitt muss man abermals in 96%igen Alkohol übertragen. Alkohol absol. und Nelkenöl werden für Celloidinpräparate nicht gebraucht, denn dieselben lösen das Celloidin auf und das Präparat zerfällt hiebei gewöhnlich in Stücke. Eine störende Eigenschaft des Celloidins ist die, dass es sich fast immer in Anilinfarben mitfärbt.

Man nimmt aus den obigen lichtbrechenden Medien den Schnitt mittelst eines Spatels unter Zuhilfenahme einer Präpariernadel heraus, bringt ihn auf den Objektträger, lässt den Rest des Aufhellungsmittels abtropfen und wischt den Objektträger mit einem Leinwandlappen rings um den Schnitt herum behutsam ab. Darauf bringt man auf den Schnitt einen Tropfen Kanadabalsam und legt ein Deckgläschen auf. Etwaige Luftblasen, welche sich unter ihm bilden können, verschwinden nach mehreren Stunden von selbst, wenn sich am Rande des Deckglases ein gewisser Überschuss von Balsam vorfindet. Wir legen das so angefertigte mikroskopische Präparat

auf einige Tage horizontal, damit der Balsam unter dem Deckgläschen eindickt und trocknet. Zum Einschliessen gebrauchen wir gewöhnlich den in Xylol gelösten Kanadabalsam. Statt dessen kann man den in Xylol oder Terpentinöl gelösten Dammarharz anwenden, welcher den Vorzug hat, dass er nicht so stark wie der Kanadabalsam aufhellt.

Wenn wir einen Celloidinschnitt in Glycerin einlegen wollen, welches weniger stark als Kanadabalsam Licht bricht und deshalb oft manche Strukturen auch in nicht getärbten Schnitten sichtbar macht, so brauchen wir ihn nicht durch Alkohol durchzuführen. In einem solchen Falle übertragen wir den Schnitt direkt vom Wasser auf den Objektträger, tupfen das Wasser ab, setzen einen Tropfen Glycerin zu und bedecken ihn mit dem Deckgläschen. Damit das Glycerin nicht austrockne, muss das Deckgläschen mit einer Kittmasse umrandet werden.

Als eine gute Umrandungsmasse kann die nachstehende (nach Krönig) empfohlen werden: 2 Teile Wachs werden mit 8 Teilen Kolophonium mit grosser Vorsicht (da die Masse Feuer fangen kann) geschmolzen. Die Umrandung geschieht mittelst eines Drahtes, dessen Ende unter einem rechten Winkel gebogen ist. Der über der Flamme erwärmte Draht wird in die Masse eingetaucht, und von der geschmolzenen Masse wird auf die Ecken des Deckgläschens je ein Tropfen gebracht. Sodann wird der Draht neuerdings erwärmt und längs der Ränder angelegt, wobei die an die Ecken gebrachte Masse schmilzt und den Rand des Deckgläschens mit dem Objektträger fest verbindet. Vorbedingung für das feste Haften der Masse ist die vollkommene Trockenheit des Randes des Deckglases und des Objektträgers.

Mit Paraffinpräparaten gehen wir ähnlich, jedoch mit dem Unterschiede vor, dass wir anstatt der Schnitte, den ganzen Objektträger mit aufgeklebten Schnitten durch die Flüssigkeiten ebenso durchführen, wie wir es oben beschrieben haben, je nachdem wir die Präparate in Kanadabalsam oder in Glycerin einschliessen wollen.

Das Injizieren

ist eine Kunst, welche eine grosse Übung erfordert und sich aus der blossen Beschreibung nicht lernen lässt. Deshalb beschränken wir uns auf die Angabe einer roten und einer blauen Injektionsmasse:

Gelatinekarminmasse (nach Ranvier):

Man lasse 10 g beste Gelatine in dest. Wasser 12—24 Stunden lang aufquellen. Nachdem man die Gelatine mit den Händen ausgepresst hat, schmelze man sie auf dem Wasserbade (bei ca. 60° C.) und setze unter Umrühren eine Karminlösung hinzu. Die letztere bereitet man, indem man 5 g Karmin mit ca. 10 ccm Wasser verreibt und tropfenweise so viel Ammoniaklösung hinzufügt, bis eine klare, dunkelkirschrote Lösung entsteht. Jetzt tröpfle man vorsichtig unter beständigem Umrühren etwa 30%ige Essigsäurelösung hinzu, bis die Masse vollkommen neutralisiert wird (sie fängt an in ziegelrote, undurchsichtige Farbe überzugehen). Jetzt ist die Masse durch Flanell zu filtrieren.

Die blaue Masse wird mit Berlinerblau hergestellt. Man nehme das in Wasser lösliche Berlinerblau, fertige eine gesättigte Lösung, füge sie zu einer auf 60° C. erwärmten Gelatinelösung und filtriere die Masse durch Flanell.

Das zu injizierende Organ, resp. Tier ist in warmem Wasser auf ca. 38°—40° C. zu erwärmen. Die injizierten Stücke werden entweder direkt in Alkohol abs. fixiert oder nach vorangegangener Fixierung in der Müller'schen Flüssigkeit im allmählich steigenden Alkohol nachgehärtet.

Spezielle mikroskopische Technik.

Untersuchungsmethoden der Zellen.

1. Zum Studium der Plasmaströmung eignen sich am besten die violetten Staubfadenhaare der Tradescantia virginica, welche man den frisch geöffneten Blüten mit einer Pincette entnimmt und unter Wasserzusatz bei starker Vergrösserung (Immersion) untersucht.

2. Amöboide Bewegungen kann man am besten an einer Amoeba oder an lebenden weissen Blutzellen von Amphibien beobachten. Will man etwas ausgiebigere Bewegungen verursachen, so erwärme man ein wenig das ganze Präparat mittelst eines erwärmbaren Objekttisches.

3. Um den inneren Bau der Zellen zu erkennen, muss man dieselben an fixierten Präparaten untersuchen. Vor allem leisten hier die Flemming'sche, Hermann'sche und Zenker'sche Flüssigkeit (resp. Sublimat mit Eisessig) wichtige Dienste, mit nachfolgender Färbung mit Safranin, M. Heidenhein's Hämatoxylin-Eisenalaun und Ehrlich-Biondi'schem Gemisch.

4. Ein klassisches Objekt für Mitosen bilden die im Juni und Juli leicht zu erhaltenden Frosch-, Triton- und Salamanderlarven.

Von Larven, welche auf die oben angegebene Art fixiert wurden, bereitet man entweder Schnitte und untersucht die äussere Haut, Kiemen etc. oder man zieht von den im ganzen fixierten und gehärteten Larven die Hornhaut mit der Pincette ab und färbt sie wie einen Schnitt mit M. Heidenhain's Hämatoxylin-Eisenalaun.

5. Zur Untersuchung der Befruchtung empfehlen sich die Eier von Ascaris megalocephala. Man fixiert ganze Eiröhren in Sublimat-Eisessig, durchtränkt mit Paraffin, schneidet und färbt die Schnitte mit Hämatoxylin-Eisenalaun, oder die fixierten Eier werden im ganzen mit Hämalaun gefärbt und in dünnes Glycerin gebracht, das durch Verdunsten konzentriert wird. In diesem können sie lange aufbewahrt werden.

Untersuchungsmethoden des Epithelgewebes.

6. Man kann Epithelien frisch untersuchen, indem man sie von der Oberfläche der Schleimhäute leicht abschabt.

Will man isolierte Plattenzellen erhalten, so ziehe man mit der Fingerspitze über die Schleimhaut der Mundhöhle und giebt den Speichel-

tropfen, welcher am Finger haften bleibt, auf den Objektträger. Man deckt ihn mit dem Deckglas zu und färbt mit Hämatoxylin, wie unter Nr. 7 wird angegeben werden. Schliesslich kann man, um ein Dauerpräparat zu erhalten, unter dem Deckgläschen das Wasser durch verdünntes Glycerin ersetzen.

7. Es ist jedoch vorteilhafter, die Epithelzellen nach der Isolation zu untersuchen, wie dies auf S. 384 angegeben wurde. Der Oesophagus des Frosches ist ein gutes Material für Becher- und Flimmerzellen. Die isolierten Epithelzellen kann man färben, indem man entweder ganze macerierte Fetzen aus der Fixierungsflüssigkeit (nach eventueller Abspülung in Wasser) in die Farblösung z. B. aus dem Drittelalkohol in Pikrokarmin überträgt, oder indem man die schon zerzupften Zellen unter dem Deckglas färbt. Im letzteren Falle verkittet man das Deckglas nur an zwei, zu den langen Rändern des Objektträgers parallelen Seiten, bringt einen Tropfen Karmin, Hämatoxylin etc. auf einen unverkitteten Rand des Deckglases, auf den zweiten, freien Rand dagegen ein kleines Stückchen Fliesspapier. Die unter dem Deckglas befindliche Flüssigkeit wird von dem Fliesspapier aufgesogen und an deren Stelle tritt die Farblösung ein. Man lässt den Farbstoff mehrere Minuten lang wirken, sodann wird mit Wasser nachgespült, schliesslich in derselben Weise mittelst Fliesspapiers das Wasser durch Glycerin ersetzt, in welchem das Präparat nach Umrandung der beiden freien Ränder längere Zeit hindurch sich erhalten lässt.

8. Die Kittlinien werden am besten durch die Versilberungsmethode dargestellt. Man taucht die mit Epithel bedeckten Membranen z. B. Mesenterium, nachdem man sie mit Hilfe von Igelstacheln an einem Korkring ausgespannt hat, nach kurzem Abspülen im Wasser, in eine 0,1 %ige bis 1 %ige wässerige Silbernitratlösung (argentum nitricum) ein. Nach 1—10 Minuten bis 1 Stunde werden die Objekte, nachdem sie undurchsichtig geworden sind, nach Abspülung mit Wasser, mit Glasstäben (Metallinstrumente können bei Silbernitrat nicht angewandt werden) in eine grössere Menge Wasser übertragen und dem direkten Sonnenlichte ausgesetzt; das Objekt wird gewöhnlich schon nach 5—15 Minuten infolge der Reduktion braunrot. Dann spült man das Objekt mit Wasser ab und behandelt es wie einen Schnitt, indem man es in Glycerin oder Kanadabalsam einschliesst.

Die Färbung mit Hämatoxylin-Eisenalaun hebt ebenfalls die Kittlinien hervor.

Untersuchungsmethoden für Bindegewebssubstanzen.

9. Für gallertartiges Bindegewebe eignet sich der Nabelstrang drei- bis viermonatlicher menschlicher Embryonen, den man in Zenker's Flüssigkeit fixiert und mit Hämatoxylin färbt.

10. Zellen und Fasern des fibrillären Bindegewebes sind am besten nach der von Ranvier angegebenen Methode zu untersuchen: man spritzt einem Kaninchen, einer Ratte etc. mittelst Pravaz'scher Spritze 1 ccm physiologischer Kochsalzlösung unter die Haut. Von der entstandenen Ödemkugel trägt man kleine Stückchen mit einer scharfen Schere ab, deckt

mit dem Deckglase auf dem Objektträger zu und untersucht direkt unter dem Mikroskop. Sodann kann man unter dem Deckgläschen auf die Fibrillen mit 2°/₀iger Essigsäure einwirken, was infolge Aufquellens der leimgebenden Fribrillenbündel Einschnürungen hervorruft; schliesslich treten, wenn die Fibrillen stark aufquellen, die elastischen Fasern und Zellkerne deutlich hervor.

11. Bindegewebsfibrillen. Ein sehr bequemes Objekt für das Studium der Fibrillen sind die Sehnen des Schwanzes einer Maus oder Ratte. Wenn man ein Stückchen vom Schwanz abschneidet, so kann man aus demselben mittelst einer Pincette feine Sehnen herausziehen. Dieselben können entweder frisch auf dem Objektträger zerfasert werden, wobei sie, um der Eintrocknung vorzubeugen, anzuhauchen sind oder erst nach 24stündiger Einwirkung einer gesättigten, wässerigen Pikrinsäurelösung.

12. Sehnenzellen. Man lege Sehnenstückchen aus dem Schwanze einer Maus oder Ratte in einige Kubikcentimeter Alaunkarmin. Nach einigen Tagen oder besser Wochen und Monaten zerfasere man kleine Stückchen auf dem Objektträger, setze einen Tropfen verdünnten Glycerins zu und verkitte das Deckgläschen.

13. Als spezifisches Färbemittel für elastische Fasern ist das Orcein zu betrachten. Nach Unna's neuerer Methode gebraucht man nachstehende Lösung: 1 Teil Orcein, 100 Teile Alk. abs., 1 Teil Salzsäure.

Die Schnitte werden in einer Porzellanschale mit dieser Lösung bedeckt und 10—15 Minuten lang auf 30° C. erwärmt; dann spült man die Schnitte in Alkohol ordentlich ab und schliesst sie in Kanadabalsam ein. Elastische Fasern werden dunkelbraun gefärbt.

14. Das Fettgewebe ist an den in Osmiumsäure oder Flemming'scher Flüssigkeit fixierten Präparaten schwarz gefärbt.

15. Für den hyalinen Knorpel wird der Rippenknorpel junger Individuen, für die elastischen, die Ohrmuschel oder Epiglottis, für Bindegewebsknorpel Ligamenta intervertebralia oder noch besser die Insertionsstelle des Ligamentum teres femoris empfohlen; die Fixation nach Belieben.

16. Die Entkalkung des Knochens siehe S. 388. Die entkalkten und in Alkohol gehärteten Stücke können mit Celloidin durchtränkt werden.

17. Schliffe von Knochen und Zähnen werden auf folgende Art angefertigt: ein gut macerierter und fettarmer Knochen resp. Zahn wird mittelst Laubsäge in 1—1½ mm dicke Schnitte zerlegt. Solche Lamellen werden zuerst auf Schmirgelpapier und dann auf einer matten, mit Bimsteinpulver bestreuten Glasplatte geschliffen, wobei sie am besten mit der Fingerbeere anzudrücken sind. Von Zeit zu Zeit werden auf die Glasplatte einige Tropfen Wasser gegeben. Wenn der Schliff bereits sehr dünn ist, spült man ihn in Wasser ab und poliert seine beiden Flächen auf einem Schleifstein. Die Schliffe werden trocken (in der Luft) unter dem Deckglas aufbewahrt und verkittet. Auf solchen Schliffen sind alle Hohlräume mit Luft erfüllt und erscheinen in durchfallendem Lichte schwarz. Man kann sie auch in Kanadabalsam einschliessen; der letztere muss jedoch

so dick sein, dass er in die Hohlräume nicht eindringt, denn dieselben würden unsichtbar.

18. Will man alle Hohlräume des Knochens resp. der Zähne deutlicher hervorheben, so muss man sie mit einem Farbstoff ausfüllen, wie dies zuerst Ranvier und sodann Zimmermann empfohlen haben. Die besten Resultate giebt nachstehendes Verfahren: man kocht genau entfettete und getrocknete, mit Hilfe der Laubsäge aus einem gut macerierten Knochen oder aus Zähnen angefertigte Schnitte behutsam auf einem Sandbad wenigstens eine Stunde lang in einer Mischung von gleichen Teilen einer gesättigten Lösung von Fuchsin S. und Methylviolett in Alkohol abs. und setzt das Kochen so lange fort, bis aus diesem Färbegemisch kaum ein wenig dicke Flüssigkeit zurückbleibt. Sodann trocknet man die aus derselben herausgenommenen Schnitte wenigstens 24 Stunden hindurch in einem Thermostaten bei einer Temperatur bis 40° C. und schleift sie anfangs trocken auf Schmirgelpapier, sodann auf einer matten, mit Bimsteinpulver bestreuten und mit Xylol angefeuchteten Glasplatte. Sodann wird der Schliff auf einem Schleifstein poliert, in Xylol ausgewaschen und in Kanadabalsam eingeschlossen.

Es ist dafür zu sorgen, dass die Schnitte nicht mit Wasser oder Alkohol in Berührung kommen.

Untersuchungsmethoden für Muskelgewebe.

19. Quergestreifte Muskelfasern kann man lebensfrisch untersuchen, indem man mit flach angesetzter Schere ein kleines Stückchen abschneidet und in einem Tropfen Kochsalzlösung betrachtet.

Lässt man Essigsäure auf ein solches Präparat einwirken, so treten die Kerne scharf hervor.

20. Zur Isolation der Fibrillen wird auf den Muskel (z. B. Froschmuskel) entweder mit 0.1%iger Chromsäure oder Drittelalkohol 24 Stunden lang eingewirkt, worauf man dieselben zerzupft.

21. Zum genaueren Studium der Querstreifung sind die Muskeln mancher Käferarten, z. B. die vom Hydrophilus geeignet, wenn dieselben in 93%igem Alkohol 24 Stunden lang gelegen sind und in Glycerin zerzupft werden.

22. Zur Isolation der Herzmuskelzellen und glatter Muskelzellen (z. B. vom Froschmagen) ist Kalilauge geeignet. (S. 384).

Will man feste Präparate aus isolierten Muskelzellen bereiten, so verfährt man nach Schiefferdecker auf folgende Weise: aus der Kalilauge von 32.5% bringt man nach einer Einwirkung von 20 Minuten kleine Stückchen des macerierten Gewebes direkt in Essigsäure von etwa 50% und bewegt sie in derselben mit einer Nadel hin und her, damit die Säure möglichst schnell und gründlich die Kalilauge neutralisiere. Nach einigen Minuten wäscht man die Stückchen in mehrfach gewechseltem destilliertem Wasser aus, bringt sie für einige Stunden in Alaunkarmin, zerzupft sie dann in Glycerin und umrandet mit Kittmasse.

23. Aus einem auf beliebige Art fixierten Material bereitet man Längs- und Querschnitte.

Untersuchungsmethoden für Nervengewebe.

24. Isolierte, multipolare Ganglienzellen des Rückenmarkes erhält man auf nachstehende Art: Man legt kleine Stückchen der grauen Substanz der Vorderhörner vom Rückenmarke des Rindes für 36—48 Stunden in Drittelalkohol. Sodann überträgt man sie in Pikrokarmin für 24 Stunden und zerzupft auf dem Objektträger.

25. Färbung der Ganglienzellen nach Nissl. Das in Alkohol fixierte und mit Paraffin durchtränkte Material wird in feine Schnitte zerlegt. Die mit Wasser aufgeklebten Schnitte werden in einer Lösung von 15 Teilen Methylenblau und 7 Teilen venetianischer Seife in 4000 Teilen Wasser auf 65—70° C. erwärmt, bis Dämpfe aufsteigen oder nach van Gehuchten in derselben Lösung 5—6 Stunden lang bei 35—40° C. gefärbt und dann zur Differenzierung in eine Mischung von einem Teil wasserhellem Anilinöl und 9 Teilen 96%igem Alkohol gebracht. Wenn die weisse Substanz sich entfärbt hat, die graue aber noch blau erscheint, bringt man die Schnitte durch Xylol in Xyloldammar. Die Kerne erscheinen an solchen Präparaten blass, die Kernkörperchen und die chromatophilen Körnchen blau.

26. Markhaltige Nervenfasern untersucht man frisch, indem man sie in Wasser oder physiologischer Kochsalzlösung vorsichtig zerzupft. Man sieht hiebei Gerinnungserscheinungen der Markscheide (Myelintropfen).

27. Markhaltige Nervenfasern werden auf folgende Art fixiert: Man lege einen Nerven (z. B. Nervus ischiadicus eines Frosches), wenn möglich ohne ihn zu berühren, frei, lege ein dünnes Glasstäbchen dicht neben den Nerven, parallel der Längsachse desselben, binde den Nerven an beide Enden des Stäbchens an, zerschneide ihn jenseits der Ligaturen und fixiere ihn 3—6 Stunden lang (je nach der Dicke) in ½%iger Osmiumsäurelösung oder Flemming'scher Flüssigkeit. Sodann wasche man ihn in Wasser und härte im Alkohol. Jetzt werden die Ligaturen durchschnitten und der ganze Nerv wird in kleine, ca. 1 cm lange Stückchen zerlegt. Diese werden 24 Stunden lang mit Safranin gefärbt, in Alkohol differenziert, vollkommen entwässert und im Nelkenöl auf dem Objektträger zerzupft. An isolierten Fasern, deren Myelinscheide nicht ganz geschwärzt ist, treten die Schwann'schen und Henle'schen Kerne rot gefärbt auf: überdies sieht man Ranvier'sche Einschnürungen und Schmidt-Lantermann'sche Einkerbungen.

28. Auf obige Art fixierte Stücke von Nerven können auch nach Entwässern mit Celloidin oder Paraffin durchtränkt und längs- resp. quergeschnitten werden.

29. Für marklose Nervenfasern, welche man ähnlich wie die markhaltigen Nerven behandelt, eignet sich der Nervus vagus eines Kaninchens.

30. Ranvier'sche Kreuze erhält man, wenn man ganz dünne Nerven für ½—1 Stunde in ½%ige Höllensteinlösung (im Dunkeln) einlegt

und dann in 10 ccm Wasser für einige Stunden überträgt. Sodann zerzupft man sie in einem Tropfen Glycerin und setzt das Präparat für einige Stunden dem Tageslicht (resp. für einige Minuten dem direkten Sonnenlicht) aus. In solchen Präparaten treten neben den Ranvier'schen Kreuzen oft auch Frommann'sche Linien auf.

Untersuchungsmethoden für Blut.

31. Zu einem Tropfen frischen Blutes (welches man erhalten kann, indem man sich mit einer ganz reinen Nadel in die mit Seife genau gereinigte Fingerbeere sticht) lagern sich unter dem Deckgläschen gefärbte Blutzellen in »Geldrollen«.

An solchen Präparaten vom frischen Blute kann man den Einfluss verschiedener Reagentien auf die Blutzellen untersuchen, indem man die ersteren unter dem Deckgläschen durchfliessen lässt (hiebei kann man auf die unter Nr. 7 angegebene Art verfahren).

32. Will man Dauerpräparate farbiger und farbloser Blutzellen anfertigen, so verfahre man auf folgende Weise: man bringe vom angestochenen Finger einen kleinen Tropfen Blut auf ein Deckglas, bedecke ihn mit einem zweiten Deckglas und ziehe dieselben sodann so auseinander, dass das Blut in möglichst dünner Schicht sich gleichmässig ausbreite. Dann trockne man es an der Luft ca. 15 Minuten lang und übertrage es entweder in den Trockenschrank, welcher bis 120° C. erwärmt ist (Ehrlich) oder lege es für 2 Stunden in eine Mischung von Äther und Alkohol absol. zu gleichen Teilen (Nikiforoff); dann werden die Präparate an der Luft getrocknet und gefärbt.

Man kann auch nach dem Ausbreiten des Blutes auf einem Objektträger oder Deckglas dieselben sogleich für 15 Minuten in Sublimat-Eisessig oder in Zenker'sche Flüssigkeit einlegen. Nach Ausspülen (½—1 Stunde lang) in mehrfach gewechseltem Wasser, kann man sie direkt färben.

Um spezielle im menschlichen Blute vorkommende Arten der Granulationen Ehrlich's nachzuweisen, färbe man so vorbereitete Präparate auf folgende Weise:

α-Granulationen, acidophile oder eosinophile Zellen färben sich sehr gut in Eosin (schwache wässerige Lösung 24 Stunden lang, oder in Glycerin gesättigte Eosinlösung 12 Stunden lang) oder in gesättigter wässeriger Orangelösung 12 Stunden lang. Man kann mit Hämatoxylin nachfärben, dann in Wasser abspülen, trocknen und einlegen in Kanadabalsam. Die Kerne sind blau, die farbigen Blutzellen und α-Granula leuchtend rot gefärbt.

γ-Granulationen, basophile Granulationen (Mastzellen) färben sich blauviolett mit Dahlia in gesättigter Lösung in Acid. acet. glac. 12,5, Alkohol absol. 50,0, Aq. dest. 100.

δ-Granulationen färben sich mit gesättigter wässeriger Methylenblaulösung. Die Färbung dauert 5—10 Minuten, dann Abwaschen, Trocknen, Kanadabalsam.

ε-Granulationen, neutrophile Zellen. Man kann sie am besten darstellen, wenn man sich zur Färbung der sog. Ehrlich'schen Triacidlösung bedient. Dieselbe wird auf folgende Weise hergestellt: Man nehme gesättigte wässerige Lösung von Orange G. 120, von Säurefuchsin 80, von Methylgrün 100 Teile und setze dazu destill. Wasser 300, abs. Alkoh. 80 und Glycerin 50 Teile.

Man färbt damit 5—10 Minuten, indem man die Präparate auf der Mischung schwimmen lässt. Dann Abspülen in Wasser, Trocknen, Kanadabalsam. Die Erythrocyten erscheinen gelb, die neutrophilen Granulationen violett, die Kerne graublau gefärbt, die eosinophilen Granula leuchtend rot.

33. Blutplättchen erhält man, indem man einen Tropfen 1%iger Osmiumsäure auf die Fingerbeere bringt und sich durch den Tropfen mit einer Nadel sticht. Das Blut mischt sich mit der Osmiumsäure. Man legt einen Tropfen davon auf den Objektträger, deckt ihn mit dem Deckgläschen zu und betrachtet ihn unter starker Vergrösserung. Neben den Blutzellen trifft man gut erhaltene Blutplättchen an.

Statt der Osmiumsäure kann man einen Tropfen sehr schwacher (1 : 10 000) Methylviolettlösung in physiologischer Kochsalzlösung anwenden, in der die Plättchen sich intensiv blau färben.

Untersuchungsmethoden für Organe des Kreislaufsystems.

34. Kleine Blutgefässe und Kapillaren: Ein Stück Pia mater von der Basis des menschlichen Gehirnes wird in destilliertem Wasser ausgewaschen und in Zenker'scher Flüssigkeit 1—2 Stunden lang fixiert, dann ausgewaschen, gefärbt etc.

35. Das Gefässepithel in Kapillaren und kleinen Gefässen wird nachgewiesen, indem man einem mittelst Chloroform getöteten Frosche 1,5%ige Silbernitratlösung in die Gefässe einspritzt. Am besten treten die Grenzen des Gefässepithels im Mesenterium, in der Harnblase und in der Lunge auf.

Man kann auch ohne Injektion nach Ausspannung der obigen Häute auf einen Korkring so verfahren, wie unter Nr. 8 angegeben wurde.

36. Neubildung von Kapillaren. Man tötet ein Kaninchen, eine Katze oder einen Hund (die Tiere im Alter von ca. 7 Tagen) mit Chloroform, öffnet den Bauch durch einen Kreuzschnitt und schiebt unter das Omentum majus ein Deckgläschen oder einen Korkrahmen. Ringsum schneide man das Omentum ab und fixiere es 1—2 Stunden lang in Zenker'scher oder Flemming'scher Flüssigkeit. Färben mit Hämatoxylin-Eosin oder Ehrlich-Biondi'schem Gemische.

37. Blutgefässe, Herz — Übersichtsbilder, Fixation in Zenker'scher Flüssigkeit; Celloidin. Hämatoxylin-Eosin.

38. Elastische Elemente der Blutgefässe. Die in Alcohol absolutus fixierten Gefässe werden mit Orcein (siehe Nr. 13) gefärbt.

39. Lymphdrüsen — Übersichtsbilder. Die im Mesenterium

gelegenen Lymphdrüsen kleiner Katzen oder Hunde werden in Zenker'scher Flüssigkeit oder Sublimat-Eisessig fixiert.

40. Das Epithel der Lymphsinus wird durch Injektion einer 0.1%igen Silbernitratlösung mittelst Einstich in die Lymphdrüsen nachgewiesen. Nach einer halben Stunde wird die Drüse in Alkohol fixiert. Dicke Schnitte.

41. Das reticuläre Bindegewebe der Lymphdrüse: dünne Schnitte aus einer frischen oder gefrorenen Lymphdrüse werden mit einem feinen Malerpinsel auf dem Objektträger vorsichtig ausgepinselt oder in einem zur Hälfte mit Wasser gefüllten Probiergläschen geschüttelt. Dann Ausbreiten der Schnitte auf dem Objektträger und Färben mit Hämatoxylin.

42. Milz, Thymus (die letztere von Embryonen oder jungen Tieren) ähnlich wie Lymphdrüse (siehe Nr. 39).

43. Nerven der Milz. Die halbierte Milz der Maus wird 3 Tage hindurch mit der Osmiumbichromatmischung (siehe Nr. 81) und eben so lange mit der Silberlösung behandelt; sonst wie Nr. 81.

44. Schilddrüse: Man fixiert kleine Stücke in der Flemming'schen oder Zenker'schen Flüssigkeit.

45. Nebennieren. Die lebensfrische Nebenniere eines Kindes wird in Müller'scher oder Zenker'scher Flüssigkeit fixiert.

Untersuchungsmethoden für Organe des Verdauungssystems.

46. Zähne siehe Knochen (Nr. 14, 15, 16).

47. Die Schleimhaut der Mundhöhle, die Zunge, die Tonsille, die Wand des Pharynx können beliebig fixiert und gefärbt werden.

48. Die Speicheldrüsen, am besten von Menschen, Katzen oder Hunden, werden in Sublimateisessig oder in der Zenker'schen Flüssigkeit fixiert und mit Hämatoxylin-Eosin, Hämatoxylin-Eisenalaun oder nach Ehrlich-Biondi gefärbt.

49. Ösophagus. Von Kaninchen, Katzen, können ca. 2 cm lange, unaufgeschnittene, vom Menschen dagegen Stückchen von ca. 1 cm Seite in der Zenker'schen Flüssigkeit fixiert werden.

50. Magen und Darm werden vom Menschen (ganz frisch z. B. nach der Resektion) oder von der Katze in der Zenker'schen Flüssigkeit fixiert und mit Hämatoxylin-Eosin oder nach Ehrlich-Biondi gefärbt. Will man Schnitte durch die ganze Wand anfertigen, so sind die Stücke mit Celloidin zu durchtränken. Kleine Stücke der Schleimhaut lassen sich dagegen sehr gut in Paraffin schneiden.

Zum Nachweis von Becherzellen Färbung mit Thionin.

51. Blutgefässe des Magens und des Darmes injiziert man von der Aorta descendens, dann fixiert man in der Müller'schen Flüssigkeit (ca. 2 Wochen) oder direkt im Alkohol.

52. Der Auerbach'sche und Meissner'sche Plexus lassen sich an aufgespannten Darmstücken mit der Goldmethode Nr. 103 darstellen.

53. Pankreas. Besonders geeignet ist das Pankreas des Salamanders

oder Frosches, etwas weniger dagegen das der Katze, des Hundes etc. im Hungerzustande. Man fixiert in Sublimat-Eisessig und färbt nach Ehrlich-Biondi oder fixiert in der Flemming'schen Flüssigkeit und färbt mit Safranin. Die Zymogenkörnchen erscheinen rot gefärbt.

54. Leber. Für Übersichtspräparate empfehlen sich grössere Stückchen (ca. 2 cm Seite) Schweineleber in Müller'scher Flüssigkeit (ca. 4 Wochen) oder Alcohol absol. zu fixieren.

Für den feineren Bau sind kleine Stückchen in Zenker'scher oder Flemming'scher Flüssigkeit zu fixieren und mit Hämatoxylin-Eisenalaun oder nach Ehrlich-Biondi resp. mit Safranin zu färben.

55. Gallenkapillaren können

a) mittelst der sog. physiologischen Selbstinjektion nach Chrzonszczewski nachgewiesen werden: man injiziere in die Vena jugularis ext. eine gesättigte, wässerige Lösung von reinem indigschwefelsauren Natron (Indigokarmin) im Laufe von $1^1/_2$ Stunden 3mal à 25—50 ccm für einen Hund, à 20—30 ccm für eine Katze und à 15—20 ccm für ein Kaninchen. Nach Ablauf dieser Zeit tötet man das Tier und fixiert kleine Leberstücke in absolutem Alkohol. Es ist noch besser vor dem Einlegen in Alkohol, die Blutgefässe des Tieres mit einer gesättigten wässerigen Chlorkaliumlösung von der Pfortader aus auszuspritzen.

Beim Frosch reicht es aus, ein erbsengrosses Stück Indigokarmin in den Oberschenkellymphsack zu bringen, die Wunde fest zu umschnüren und das Tier nach 24 Stunden zu töten. Die weitere Behandlung wie oben.

b) Auch mittelst der Chromsilbermethode lassen sich Gallenkapillaren darstellen. Kleine Stückchen einer frischen Leber lässt man 3 Tage lang in Osmiumbichromatmischung (siehe Nr. 81) und überträgt sie sodann auf 2—3 Tage in eine $^3/_4$%ige wässerige Silbernitratlösung. Nach kurzem Abwaschen im Wasser werden die Stücke im Alkohol gehärtet und geschnitten.

56. Die Blutgefässe der Leber werden mit Berlinerblau von der Pfortader oder von der Vena cava inferior injiziert. Wenn möglich wird die ganze Leber in einer grossen Menge Müller'scher Flüssigkeit 3—4 Wochen lang fixiert und dann in allmählich verstärktem Alkohol nachgehärtet.

Untersuchungsmethoden für Respirationsorgane.

57. Kehlkopf und Luftröhre junger Tiere (bei alten Tieren sind dieselben oft verkalkt) werden in der Zenker'schen Flüssigkeit fixiert, mit Celloidin durchtränkt und von denselben Schnitte durch ganze Organe angefertigt.

58. Um das respiratorische Epithel sichtbar zu machen, wird nachstehendes Verfahren empfohlen: man tötet eine junge Katze durch Kopfabschneiden, nimmt die ganze Lunge, ohne sie zu verletzen, heraus, füllt die ganze Lunge durch die Trachea oder einen Teil derselben durch einen grossen Bronchus mit einer 0,05%igen Silbernitratlösung aus, bindet die Trachea resp. den Bronchus zu, legt die Lunge in eine $^1/_2$%ige Silbernitratlösung und stellt sie ins Dunkle. Nach einer Stunde wird die Lunge

in Stücke geschnitten und nach kurzem Abspülen mit Wasser in allmählich verstärktem Alkohol (im Dunkeln) gehärtet. Die Reduktion kann entweder jetzt in ganzen Stücken (im Alkohol) oder erst in Schnitten (nachdem die Stücke mit Paraffin durchtränkt und geschnitten worden sind) vorgenommen werden, indem die Stücke resp. die Schnitte dem Sonnenlicht ausgesetzt werden.

59. Elastische Fasern können dargestellt werden, wenn man die Schnitte einer in Alkohol absolut. fixierten Lunge mit Orcein färbt (siehe Nr. 13).

60. Blutgefässe der Lunge injiziert man von der Arteria pulmonalis und fixiert dann die Lungenstücke direkt in Alkohol abs. oder man fixiert in Müller'scher Flüssigkeit und härtet sie im Alkohol nach.

Untersuchungsmethoden für das Harnsystem.

61. Das Isolieren der Harnkanälchen siehe S. 385.

62. Die Harnkanälchen kann man mit Indigokarmin (nach Chrzonszczewski s. Nr. 55) zur Anschauung bringen. Nachdem einige Zeit blauer Harn secerniert wurde, wird das Tier durch Verbluten getötet; sonst wie Nr. 55.

63. Das Isolieren der Epithelien der Harnkanälchen gelingt am besten in 5%iger Lösung von einfach-chromsaurem Amoniak, siehe S. 385.

64. Die feinere Struktur der Epithelien weisen die in der Hermann'schen oder Flemming'schen Flüssigkeit fixierten Nierenstücke auf.

65. Blutgefässe der Niere werden von der Arteria renalis oder von der Aorta descendens aus injiziert.

Untersuchungsmethoden für das Fortpflanzungssystem.

66. Übersichtspräparate von Hoden und Nebenhoden erhält man, wenn solche kleiner Knaben im Ganzen in Zenker'scher Flüssigkeit fixiert werden.

67. Der feinere Bau der Hodenkanälchen und die Spermatogenese wird am besten am Hoden der Maus untersucht, welcher in Hermann'scher Flüssigkeit fixiert, mit Paraffin durchtränkt und in Safranin gefärbt wird.

68. Will man die Elemente des Samens frisch untersuchen, so nehme man auf den Objektträger einen Tropfen desselben aus dem Nebenhoden einer Ratte, setze einen Tropfen physiologischer Kochsalzlösung zu, und lege ein Deckgläschen auf.

69. Eierstöcke, am besten von kleineren Tieren, werden im ganzen in Zenker'scher, Flemming'scher oder Hermann'scher Flüssigkeit fixiert und dann mit Hämatoxylin-Eosin resp. Safranin gefärbt.

70. Das Keimepithel ist am besten an Ovarien ganz junger Tiere (Katzen) zu studieren.

71. Die Eier kann man frisch untersuchen, wenn man von einem frischen Eierstocke einer Kuh die grossen Bläschenfollikel mit einer Schere

vorsichtig herauspräpariert und dieselben auf dem Objektträger an der, diesem letzteren zugekehrten Seite mit einer Nadel ansticht. Zugleich mit dem Liquor folliculi fliesst oft das von Zellen des Cumulus oophorus umgebene Ei heraus. Damit das Deckgläschen das Ei nicht zerdrücke, lege man an beiden Seiten des Eies je ein Haar oder einen Papierstreifen.

72. Für die Tube, den Uterus (junger Individuen) und die Scheide eignet sich die Zenker'sche Flüssigkeit.

73. Die Placenta fixiere man in Zenker'scher oder Flemming'scher Flüssigkeit.

Untersuchungsmethoden für das Bewegungssystem.

74. Rotes Knochenmark kann man frisch untersuchen, wenn man seine Elemente auf dem Objektträger unter Zugabe von physiologischer Kochsalzlösung verzupft. Instruktiver sind jedoch Präparate, deren Elemente fixiert sind. Man kann hier auf doppelte Weise verfahren: man breitet entweder die aus der Epiphyse herausgepressten Elemente ebenso wie die Blutzellen (siehe Nr. 32) auf dem Deckgläschen aus, fixiert sie sofort in Sublimat-Eisessig 10 Minuten lang und färbt in Hämatoxylin-Eosin oder nach Ehrlich-Biondi resp. mit der Ehrlich'schen Triacidlösung (s. Nr. 32); oder man fixiert kleine Stückchen der Epiphysen in der Zenker'schen Flüssigkeit, härtet, entkalkt, durchtränkt mit Paraffin oder Celloidin, schneidet und färbt dieselben.

75. Für das Studium der Knochenentwickelung nehme man Röhrenknochen (z. B. Fingerphalangen) menschlicher Embryonen aus dem $3^1/_2$—5. Monate, oder tierischer Embryonen (Schwein, Rind) von 10—15 cm Länge. Man fixiere sie in Zenker'scher Flüssigkeit, härte sie, entkalke in Salpetersäure (S. 388), durchtränke mit Celloidin, schneide in der Längsrichtung und färbe mit Hämatoxylin-Eosin oder noch besser zuerst mit Hämatoxylin und dann mit Pikrokarmin. An den so gefärbten Präparaten ist der Knorpel blau, der Knochen rot gefärbt (siehe Fig. 183). Für das Studium der Entwickelung der Bindegewebsknochen nehme man Scheitel- oder Stirnbein von Embryonen.

76. Zum Studium des feineren Baues der Sehne fixiere man dünne Sehnen (z. B. die des M. flexor digit. pedis, des M. palmar long. etc.) in der Zenker'schen Flüssigkeit. Die Querschnitte der mit Celloidin durchtränkten Sehnen müssen mit einem sehr scharfen Messer angefertigt werden.

77. Zum Studium der Verbindung des Muskels mit der Sehne wähle man den Musc. gastrocnemius des Frosches. Zu diesem Zwecke ziehe man die Haut des Unterschenkels ab, schneide das ganze Bein des Frosches bis über das Kniegelenk mit einer Schere ab und fixiere es in der Zenker-schen Flüssigkeit, härte im allmählich verstärkten Alkohol, durchtränke den M. gastrocnemius mit der Achillessehne in Celloidin und zerlege ihn in Längsschnitte, welche man beliebig färben kann.

Untersuchungsmethoden für das Nervensystem.

78. Rückenmark, Gross- und Kleinhirnrinde von Kindern oder

ganz jungen Individuen werden in einer grossen Menge Müller'scher Flüssigkeit 3—5 Monate lang fixiert.

79. Zur **Färbung** der **Achsencylinder** und der **Zellen** eignet sich das Durchfärben der in der Müller'schen Flüssigkeit fixierten Stücke mit 1%iger wässeriger Lösung von karminsaurem Natron. Stücke von 1—1½ cm Seite kommen direkt aus der Müller'schen Flüssigkeit auf drei Tage in diese Färbelösung, dann werden sie 24 Stunden lang im fliessenden Wasser ausgewaschen und in allmählich steigendem Alkohol gehärtet.

80. **Färbung** der **markhaltigen Fasern** nach **Pal**: Die in der Müller'schen Flüssigkeit fixierten Stücke werden ohne Auswaschen im Wasser im Dunkeln in Alkohol nachgehärtet und in Celloidin eingebettet. Wenn die Schnitte nicht genügend braun sind, so ist es vorteilhaft, sie für einige Stunden in Müller'sche Flüssigkeit oder ½%iger Chromsäurelösung resp. 3%ige Lösung von Kalium bichromicum einzulegen. Dann werden die Schnitte in folgender Hämatoxylinlösung 24—48 Stunden lang gefärbt: Hämatoxylin 1 g, Alkohol absol. 10 ccm, dest. Wasser 90 ccm, gesättigte wässrige Lösung von Lithium carbonicum 1 ccm. Von hier übertragen wir die Schnitte in 1—3%ige Lösung von Lithium carbonicum. Wenn die Schnitte sich nicht mehr entfärben (ungefähr nach ½ Stunde), übertragen wir sie für ½—1 Minute in eine frisch bereitete ¼%ige wässerige Lösung von Kalium hypermanganicum. Sodann spülen wir sie, wenn die graue Substanz hell wird, im destillierten Wasser ab, und übertragen die Schnitte in die Differenzierungsflüssigkeit, welche aus gleichen Teilen 1%iger Lösung von Kalium sulfurosum und 1%iger Oxalsäurelösung besteht. Die Differenzierung dauert oft einige Stunden. Die Markscheiden färben sich dunkelblau, weshalb schon makroskopisch die weisse Substanz grauschwarz erscheint, während die graue beinahe farblos wird. Jetzt müssen die Schnitte gründlich in Wasser ausgewaschen werden. Sie können auch mit Alaunkarmin, Eosin etc. nachgefärbt werden. Dann Alkohol, Xylol, Balsam.

81. Von den **Golgi'schen Methoden**, welche zur Darstellung der Elemente des Nervensystems dienen und deren wir drei unterscheiden, führen wir bloss die sog. **rasche Methode** an: Kleine, 3—4 mm dicke, möglichst frische Stücke kommen in das Osmium-Kaliumbichromicum-Gemisch (1 Vol. einer 1%igen Osmiums ure und 4 Vol. einer 3.5%igen Kaliumbichromicum-Lösung), wovon ca. 10 ccm für jedes Stückchen genommen wird. Dieses Gemisch muss mit Ausschluss von Lichtstrahlen bei einer Temperatur von ca. 25° C. einwirken. Die Dauer der Einwirkung ist verschieden und davon abhängig, was wir darstellen wollen. So z. B. beim menschlichen Rückenmark: 2—3 Tage für Neurogliazellen, 3—5 Tage für Nervenzellen, 5—7 Tage für Nervenfasern, Collateralen. Dann werden die Stücke flüchtig mit destilliertem Wasser abgespült, mit Fliesspapier abgetrocknet und in eine 0.75%ige Silbernitratlösung übertragen. Diese soll bei gewöhnlicher Zimmertemperatur 2-3 Tage einwirken, was jedoch ohne Nachteil bis auf 6 Tage verlängert werden kann. Die Stücke brauchen

dabei nicht im Dunkeln gehalten zu werden. Diese Methode ist launenhaft. Manchmal versagt nämlich die Reaktion, d. h. die Niederschläge von Silberchromat bilden sich nicht; in einem solchen Falle bleibt nichts anderes übrig, als das ganze Verfahren noch einmal oder sogar zweimal zu wiederholen, was oft zu guten Resultaten führt. Dann kommen die Stückchen auf $^1/_2$—1 Stunde in Alkohol abs. und werden direkt oder nach einer sehr schnellen Durchtränkung mit Celloidin in nicht zu dünne Schnitte zerlegt. Die Stücke kommen nämlich auf ca. 30—45 Minuten in eine mitteldicke Celloidinlösung, dann werden sie mit Celloidin auf einen Holzklotz angeklebt, für einige Zeit in 70%igen Alkohol gelegt und geschnitten. Die Schnitte werden für 2 Minuten im Alkohol abs. belassen, aufgehellt und in Kanadabalsam eingelegt, wobei sie jedoch mit Deckgläschen nicht bedeckt werden dürfen oder allenfalls nach sorgfältigem Erwärmen des Balsams samt den Schnitten, weil sonst die Niederschläge körnig werden und endlich die Präparate verderben. Diese Methode giebt nicht nur gute Resultate für das Zentralnervensystem, sondern man kann mittelst derselben auch periphere Nervenendigungen, Blut- und Lymphgefässe, Drüsengänge, Gallenkapillaren, elastische Fasern etc. sichtbar machen.

Für das Studium des Rückenmarkes wähle man neugeborene Ratten oder Mäuse. Man muss bei denselben das Rückenmark samt der noch knorpeligen Wirbelsäule herauspräparieren. Noch besser eignen sich zu diesem Zwecke 6—10tägige Hühnerembryonen, bei welchen die Wirbelsäule durch einen Längsschnitt vom übrigen Körper abgetrennt und in 2—3 Querstücke zerlegt wird. Bei den letztgenannten Embryonen soll die Einwirkungsdauer sehr kurz sein: für Neuroglia 12—20 Stunden, für Nervenzellen 20—24 Stunden, für Nervenfasern 24—36 Stunden.

82. Wenn man Querschnitte der Nerven erhalten will, verfährt man so, wie unter Nr. 27 angegeben wurde; man kann auch, namentlich grössere Nervenstämme, z. B. den N. ischiadicus des Menschen in der Müller'schen oder Zenker'schen Flüssigkeit fixieren.

83. Spinalganglien resp. das leichter erreichbare Ganglion Gasseri und sympathische Ganglien (z. B. das Ganglion cervicale supremum n. sympath.) werden in der Zenker'schen Flüssigkeit fixiert und mit Hämatoxylin-Eosin gefärbt.

84. Will man die Ganglien mit der Golgi'schen Methode behandeln, so nehme man für Spinalganglien Hühnerembryonen, ca. 7 Tage alt, in welchen die Spinalganglienzellen noch bipolar sind, dann solche ca. 10—12 Tage alt, in welchen man Übergänge von bipolaren in unipolare findet, endlich für unipolare Zellen ca. 17 Tage alte Hühnerembryonen. Für sympathische Ganglien nehme man den Halsteil 10—15tägiger Hühnerembryonen.

85. Nervenendigungen mittelst Endkörperchen untersuche man an dem mit $^1/_2$—1%iger Osmiumsäure oder Flemming'scher resp. Hermann'scher Flüssigkeit fixierten Material. Für Merkel'sche Tastzellen nehme man die Haut vom Rüssel des Schweines; für Grandry'sche und

Herbst'sche Körperchen vom Schnabel einer Ente oder Gans die gelbe, den Seitenrand des Oberschnabels überziehende Wachshaut; für Meissner'sche Tastkörperchen die Haut der Fingerbeeren vom Menschen; für Endkolben die Konjunktiva sclerae bis an den Cornealrand; für Pacini'sche Körperchen das Mesenterium der Katze.

86. Für alle Formen von sensiblen Nervenendigungen (sowohl für die freien intraepithelialen als auch für solche mittelst Endkörperchen) eignet sich am besten die von Ranvier angegebene Vergoldungsmethode: In die aus 8 Teilen 1%iger Goldchloridlösung und 2 Teilen Ameisensäure bestehende Mischung, welche aufgekocht und sodann abgekühlt wurde, legt man Stückchen von ca. $^1/_2$ cm Seite und lässt eine Stunde lang im Dunkeln einwirken. Sodann setzt man dieselben, nachdem man sie in destilliertem Wasser flüchtig abgespült hat, in 20%ige Ameisensäure 24 bis 48 Stunden hindurch der Wirkung des Tageslichtes aus. Nach erfolgter Reduktion (die Stückchen färben sich dunkelviolett) werden die Stückchen in Alkoholen von steigender Konzentration gehärtet und mit Celloidin durchtränkt. Bei dieser Methode dürfen Metallinstrumente in die Goldlösung nicht getaucht werden; man helfe sich mit Glasstäbchen.

87. Die Nerven und Nervenendigungen lassen sich auch mit Hilfe von Methylenblau (Ehrlich) darstellen. Man kann hier auf zweifache Weise vorgehen: entweder injiziert man eine 0,33%ige bis 4%ige Lösung von Methylenblau in physiologischer Kochsalzlösung blutwarm in die Venen (beim Kaninchen z. B. in die Vena jugularis ext.) und untersucht nach einigen Stunden die sympathischen Ganglienzellen, Muskeln etc. oder macht mittelst eines sehr scharfen Rasiermessers aus den lebensfrischen Organen, welche man auf Nervenendigungen untersuchen will, dünne Schnitte ca. $^1/_2$—1 mm dick und färbt diese überlebenden Gewebe auf einem Objektträger in einer sehr schwachen Lösung von Methylenblau (1‰ Lösung von Methylenblau rectificat. in physiologischer Kochsalzlösung). Man benetzt die Schnitte mit dieser Färbeflüssigkeit und kontrolliert bei schwacher Vergrösserung den Gang der Färbung, welche gewöhnlich nach Verlauf von $^3/_4$—1 $^1/_2$ Stunden den Höhepunkt erreicht.

Diese Färbung ist nicht dauerhaft, sie muss fixiert werden. Zu diesem Zwecke wirft man die Stückchen, deren Nerven, sei es infolge der intravenösen Injektion, sei es infolge der Färbung auf dem Objektträger, gefärbt wurden, in die Fixierungsflüssigkeit nach Bethe in folgender Zusammensetzung: Ammoniummolybdat 1 g, Aquae dest. 10 ccm. (Wasserstoffsuperoxyd 1 ccm, Acid. hydrochl. offic. 4 Tropfen. Die beiden letzteren nicht absolut notwendig.)

Die Stücke werden in dieser Mischung 6—20 Stunden lang belassen; die Flüssigkeit muss stets in sehr kaltem Zustande angewendet werden und wird deshalb in Eis gestellt. Dann werden die Stückchen 2 Stunden in fliessendem Wasser ausgespült und in eiskaltem absoluten Alkohol für ca. $^1/_2$ Stunde eingelegt. Die entwässerten Schnitte werden in Xylol übertragen, welches man nach einigen Minuten wechselt und dann sehr kurz (ca. 20 Minuten)

mit Paraffin durchtränkt. Die Schnitte können mit Alaunkarmin nachgefärbt werden.

88. Für motorische Nervenendigungen empfiehlt sich entweder die oben erwähnte Methylenblaufärbung (Nr. 87) oder die Vergoldungsmethode nach Bremer (welche eigentlich nur eine Modifikation der Löwit'schen Methode ist): Man lege ganz kleine Stückchen (von 1 mm Dicke) in 25%ige Ameisensäure, bis die Stücke durchsichtig werden (½ bis einige Minuten), dann 15—20 Minuten lang in einige Kubikcentimer 1%ige Goldchloridlösung und darauf für 24 Stunden in eine 25%ige Ameisensäure im Dunkeln. Diese wird dann durch eine Mischung von gleichen Teilen destillierten Wassers und Ameisensäure ersetzt, in welcher das Material ebenfalls 24 Stunden im Dunkeln verbleibt, endlich übertrage man sie für 2—3 Wochen in 20%iges ameisensaures Glycerin bis die Muskeln maceriert sind, lege in reines Glycerin ein und verkitte das Deckglas.

Untersuchungsmethoden für die Haut.

89. Die Übersichtsbilder der Haut erhält man am besten, indem man die Haut der Fingerbeere im Alcohol abs., im Sublimat oder in der Flemming'schen Flüssigkeit fixiert, mit Celloidin durchtränkt und mit Hämatoxylin und Eosin färbt.

Die Haut kann man auch mit Paraffin durchtränken, die Stücke müssen jedoch ganz klein sein (ca. 5 mm Seite), die Dauer der Einwirkung des Alkohol absol. muss auf ca. 12 Stunden und des Chloroforms auf etwa 2—3 Stunden abgekürzt werden, das Paraffin muss weicher sein als das gewöhnlich zum Schneiden gebrauchte, namentlich soll sein Schmelzpunkt 50° C. nicht überschreiten.

90. Das Stratum spinosum ist an den mit Osmiumsäure fixierten und in Glycerin eingeschlossenen Präparaten sehr deutlich zu sehen.

91. Das Stratum lucidum färbt sich gelblich an den mit Alkohol absol. oder Sublimat fixierten und mit Pikrokarmin gefärbten Präparaten. Die Körner des Stratum granulosum dagegen treten an den mit Karmin oder Hämalaun gefärbten Präparaten hervor.

92. Elastische Fasern färbe man mit Orcein (siehe Nr. 13).

93. Für das Studium der Haare samt den Haarbälgen empfiehlt es sich, Stücke einer möglichst frischen Kopfhaut im Alkohol abs. zu fixieren, genaue Längs- und Querschnitte anzufertigen und in Hämalaun-Eosin zu färben.

94. Haar- und Nagelelemente siehe Isolieren (S. 384).

95. Für Haarentwicklung nehme man Stücke der Kopfhaut eines vier- bis sechsmonatlichen menschlichen Embryos, fixiere sie in Zenker'scher Flüssigkeit oder Alkohol und färbe mit Hämalaun-Eosin.

96. Für den feineren Bau der Schweissdrüsen liefert die Haut von den Fingerbeeren und der Achselhöhle die besten Präparate. Man fixiere mit Flemming'scher Flüssigkeit und färbe mit Safranin.

97. Für Blutgefässe der Haut injiziere man von der Art. ulnaris

aus eine Hand oder von der Art. tibialis postica aus einen Fuss, schneide Stücke des Handtellers resp. der Sohle aus und fixiere in Alkohol. Man fertige nicht zu dünne Schnitte an und untersuche sie ungefärbt.

98. Zu Übersichtspräparaten der Milchdrüse fertige man Schnitte durch eine in Alkohol fixierte und mit Celloidin durchtränkte Brustwarze samt einem Teile der Milchdrüse an.

99. Für den feineren Bau der Milchdrüse fixiere man kleine Stückchen der Milchdrüse eines trächtigen oder säugenden Kaninchens, Meerschweinchens etc. in Flemming'scher Flüssigkeit. Die Schnitte können mit Safranin gefärbt werden.

100. Die Elemente der Milch resp. des Kolostrum können direkt unter dem Deckglas untersucht werden.

Untersuchungsmethoden für das Auge.

101. Zu Übersichtspräparaten des Augapfels fixiere man ganze Augäpfel in der Müller'schen Flüssigkeit 4—6 Wochen lang oder in Zenker'scher Flüssigkeit 24—48 Stunden lang. Es ist anzuraten, vor dem Einlegen am Äquator mit einem scharfen Rasiermesser einen 1 cm langen Einschnitt zu machen, welcher alle Augenhäute durchdringen soll. Nach Härtung im Alkohol durchtränke man mit Celloidin und fertige Schnitte durch das ganze Organ an.

Man kann auch nach 12 Stunden den Augapfel mit einer Schere in eine vordere und hintere Hälfte trennen und jede derselben gesondert nach Durchtränkung mit Celloidin in meridionale Schnitte zerlegen.

102. Ein negatives Bild der Saftlücken und -Kanälchen der Hornhaut erhält man folgendermassen: Man nehme die Hornhaut von einem frischen Ochsenauge, kratze das Epithel weg und lege die Hornhaut in eine 1%ige Höllensteinlösung im Dunkeln für 3—6 Stunden ein. Dann setze man das ganze Stückchen im Wasser dem Sonnenlichte aus. Ist die Reduktion erfolgt, so härte man in steigendem Alkohol, durchtränke mit Celloidin und mache Flächenschnitte. Das Kanalsystem erscheint weiss auf braunem Grunde.

Färbt man solche Schnitte mit Hämatoxylin nach, so treten die Kerne der Hornhautzellen hervor.

103. Zur Vergoldung der Hornhautzellen und Hornhautkanälchen empfiehlt Ranvier folgende Methode: Man nehme die Hornhaut vom Frosch oder kleine Stücke derselben vom Ochsen, lege sie für fünf Minuten in frisch ausgepressten und filtrierten Citronensaft, wasche sie flüchtig im destillierten Wasser aus und übertrage sie dann in 1%ige Lösung von Goldchloridkalium, welche 15 Minuten lang im Dunkeln einwirken soll. Dann spüle man sie wieder kurz in destilliertem Wasser ab und setze sie 24—48 Stunden lang in schwach mit Essigsäure angesäuertem Wasser (2—3 Tropfen Essigsäure auf 50 ccm Wasser) dem Tageslicht aus. Alsdann härte man sie in allmählich steigendem Alkohol, durchtränke mit Celloidin und fertige Flächenschnitte an.

104. Für das Studium der **Chorioidea** und **Iris** eignen sich am besten die Augen albinotischer Kaninchen, welche man in der Zenker'schen oder Flemming'schen Flüssigkeit fixiert.

105. Für den feineren Bau der Retina empfiehlt sich die Fixierung lebensfrischer, halbierter Augapfel nach Entfernung des Glaskörpers in 1%iger Osmiumsäure oder Flemming'scher Flüssigkeit; nach Härtung derselben im Alkohol löse man die Retina von der Chorioidea ab, durchtränke sie mit Paraffin und färbe mit Safranin; nach Fixation in Zenker'scher Flüssigkeit färbe man nach Ehrlich-Biondi.

106. Die **nervösen Elemente der Retina** kann man mittelst der Methylenblaumethode nach Ehrlich (Nr. 87) oder mit der Golgi'schen Methode darstellen.

Ramón y Cajal empfiehlt folgende Modifikation der Golgi'schen Färbung: Man präpariere vorsichtig nach vorheriger Entfernung des Glaskörpers die Netzhaut der hinteren Hälfte des Augapfels von der Chorioidea ab, rolle das abgelöste Stück zu einem Cylinder zusammen, und tauche es für einen Augenblick in eine dünne Celloidinlösung, was die Bildung von Niederschlägen verhindern soll. Ist die dünne Celloidinschicht etwas erstarrt, so lege man das Stückchen für 24—48 Stunden in folgende Lösung ein: 3%ige Kaliumbichromatlösung 20 ccm, 1%ige Osmiumsäure 5—6 ccm. Nachher werden die Stückchen mit Fliesspapier vorsichtig getrocknet und in $^3/_4$%ige Silbernitratlösung für 24 Stunden übertragen. Darauf kommen die Stücke abermals direkt (ohne auszuwaschen) in die Osmiumbichromatlösung zurück, welche jedoch auf 20 ccm Kaliumbichromatlösung statt 5—6 nur 2—3 ccm 1%iger Osmiumsäure enthalten soll. Nach 24—36 Stunden werden sie wieder in $^3/_4$%ige Silbernitratlösung eingelegt, wo sie 1—2 Tage lang bleiben. Jetzt werden die Stückchen schnell entwässert, mit Celloidin durchtränkt (Nr. 81) und geschnitten.

107. Die **Linsenfasern** lassen sich mit Drittelalkohol (24—36 Std.) isolieren.

108. Die **Linse** kann in beliebiger Weise fixiert werden; dann ist sie mit Celloidin zu durchtränken, sie schneidet sich jedoch sehr oft schlecht.

109. Die **Nerven der Hornhaut**. Man lege die Cornea auf 30 Minuten in eine 1%ige Goldchloridlösung (im Dunkeln) und setze dann dieselbe in einem mit Essigsäure sehr schwach angesäuerten Wasser dem Tageslicht aus. Nach erfolgter Reduktion härte man die dunkelvioletten Stückchen in allmählich verstärktem Alkohol und fertige senkrechte Schnitte durch die Epithelschicht an.

110. Das **obere Augenlid** — am besten eines Kindes — ist in Zenker'scher Flüssigkeit zu fixieren und mit Hämalaun-Eosin zu färben.

Die Untersuchungsmethoden für das Gehörorgan.

111. Die **Schnecke** — am besten eines Nagers — wird an der Spitze mit einem Skallpell unter $^1/_2$%iger Osmiumsäurelösung eröffnet, 12 Stunden lang in

derselben belassen, einige Stunden in Wasser ausgewaschen, in allmählich steigendem Alkohol gehärtet und dann in 2%iger, oft zu wechselnder Chromsäure oder in 3%iger Salpetersäure entkalkt, was für Meerschweinchen etwa 1 Woche dauert. Dann wird die Schnecke entwässert und mit Paraffin oder Celloidin durchtränkt. Ähnlich verfährt man mit anderen Teilen des Labyrinthes.

112. Stücke des äusseren Gehörganges der Kinder sind mit Zenkerscher Flüssigkeit oder Alkohol zu fixieren und mit Celloidin zu durchtränken.

Untersuchungsmethoden für die Nase.

113. Für die Nasenschleimhaut eignet sich am besten die Flemming'sche Flüssigkeit oder 1%ige Osmiumsäure.

114. Will man die Epithelien der Regio olfactoria isolieren, so lege man die Riechschleimhaut für 2—3 Stunden in Drittelalkohol und übertrage sie dann für ca. 10 Minuten in 1%ige Osmiumsäure. Nach kurzem Auswaschen im Wasser kann man die Stückchen auf dem Objektträger zerzupfen.

115. Die Riechzellen lassen sich schön mit Golgi's Methode färben. Man wähle die Schleimhaut ganz junger Tiere und wirke auf sie 3—4 Tage lang mit der Osmiumbichromatlösung (Nr. 81) und 2 Tage mit 3/4%iger Silbernitratlösung.

Untersuchungsmethoden für das Geschmacksorgan.

116. Am meisten belehrend sind Präparate aus der Papilla foliata des Kaninchens, welche in Flemming'scher Flüssigkeit oder 1%iger Osmiumsäure fixiert und mit Paraffin durchtränkt wurde.

117. Die Nerven der Geschmacksknospen lassen sich mit der Golgi'schen Methode darstellen. Man nehme eine Papilla foliata eines Kaninchens, lasse dieselbe in der Kaliumbichromatlösung (Nr. 81) 3 Tage lang liegen und übertrage dann auf 2 Tage in die Silberlösung. Man kann auch die sub. Nr. 106 angegebene doppelte Methode empfehlen

Litteraturverzeichnis.

Zelle, Karyokinese, Befruchtung.

Altmann, R., Die Elementarorganismen und ihre Beziehungen zu den Zellen. 2. Aufl., Leipzig 1894.

Beneden, Ed. van, Recherches sur la maturation de l'oeuf et la fécondation in: Arch. Biol., Tome 4, 1883

Beneden, Ed. van et A. Neyt, Nouvelles recherches sur la fécondation et la division mitotique chez l'Ascaride mégalocéphale in: Bull. Acad. Belg. (3), Tome 14, 1887.

Boveri, Th., Ueber die Befruchtung der Eier von Ascaris megalocephala in: Sitz.-Ber. Ges. Morph. Phys. München, 3. Bd., 1887.

— Zellenstudien in: Jena. Zeit. Naturw., 21. und 22. Bd., 1887—1888.

— Ueber das Verhalten der Centrosomen bei der Befruchtung des Seeigel-Eies nebst allgemeinen Bemerkungen über Centrosomen und Verwandtes in: Verh. Physik. Med. Ges. Würzburg. N. F., 29. Bd, 1896.

— Die Vorgänge der Befruchtung und Zellteilung in ihrer Beziehung zur Vererbungsfrage in Verh. Anthropol. Ges. München, 30. November 1888.

Bütschli, O., Untersuchungen über mikroskopische Schäume und das Protoplasma. Versuche und Beobachtungen zur Lösung der Frage nach den physikalischen Bedingungen der Lebenserscheinungen. Leipzig 1892.

Demoor, Jean, Contribution a l'étude de la physiologie de la cellule indépendence fonctionelle du protoplasme et du noyau in Arch. Biol., Tome 13, 1893.

Engelmann, Th. W., Zur Anatomie und Physiologie der Flimmerzellen Pflüger's Archiv, 23. Bd., 1880.

Fick, R. Ueber die Reifung und Befruchtung des Axolotleies in: Zeit. wiss. Zool., 56. Bd. 1893.

Fischer, A., Fixierung, Färbung und Bau des Protoplasmas. Kritische Untersuchungen über Technik und Theorie in der neueren Zellforschung. Jena 1899

Flemming, W., Zellsubstanz, Kern und Zellteilung. Leipzig 1882.

Neue Beiträge zur Kenntnis der Zelle in: Arch. mikr. Anat., 29. Bd., 1887 und 37. Bd., 1891

Häcker, V., Praxis und Theorie der Zellen- und Befruchtungslehre. Jena 1899.

Heidenhain, M. Ueber Kern und Protoplasma in Festschr. Kölliker. Leipzig 1892.

Neue Unters[illegible] über die Zentralkörper und ihre Beziehungen zum [illegible] Bd, 1894.

Hermann, [illegible] karyokinetischen [illegible]

Kostanecki, [illegible] kinetischer Z[illegible]

[illegible] scher Zellteilung [illegible]

K[illegible] W[illegible] [illegible] achromatischen [illegible] an [illegible]

Kostanecki, K. und **Siedlecki,** M., Ueber das Verhältnis der Centrosomen zum Protoplasma. Arch. mikr. Anat., 48. Bd., 1896.
Kostanecki, K. v., Ueber die Bedeutung der Polstrahlung während der Mitose und ihr Verhältnis zur Teilung des Zelleibes. Arch. mikr. Anat., 49. Bd., 1897.
Kupffer, C., Ueber Differenzierung des Protoplasmas in den Zellen tierischer Gewebe in: Schr. Naturw. Ver. Schleswig-Holstein, 1. Bd., 1875.
Metschnikoff, E., Untersuchungen über die intracelluläre Verdauung bei wirbellosen Tieren in: Arb. Z. Inst. Wien, 5. Bd., 1883.
Meves, F., Ueber eine Art der Entstehung ringförmiger Kerne und die bei ihnen zu beobachtenden Gestalten und Lagen der Attraktionssphäre. Inaug.-Diss., Kiel 1893.
Rabl, C., Ueber Zellteilung in: Morph Jahrb., 10 Bd., 1885.
-- Ueber Zellteilung. Briefliche Mitteilung an Herrn Geheimrat v. Kölliker in: Anat. Anzeiger, 4. Jahrg, 1886.
Rückert, J., Die Chromatinreduktion bei der Reifung der Sexualzellen in: Ergebnisse Anat. u. Entwickel. Merkel und Bonnet, 3. Bd., 1894.
Schuberg, A., Ueber den Zusammenhang verschiedenartiger Gewebezellen im tierischen Organismus in: Sitz-Ber. Physik. Med. Ges., Würzburg, 1893.
Schulze, F. E., Zellmembran, Pellicula, Cuticula und Crusta in: Verh. Anat. Ges., 10 Vers., 1896.
Schwann, Th., Mikroskopische Untersuchungen über die Uebereinstimmung in der Struktur und dem Wachstum der Tiere und Pflanzen. Berlin 1839.
Schwartz, Frank, Die morphologische und chemische Zusammensetzung des Protoplasmas in: Beiträge zur Biologie der Pflanzen von F. Cohn, 5. Bd., 1887.
Siedlecki, M., Ueber die Struktur und Kernteilungsvorgänge bei den Leukocyten der Urodelen. Anz. Akad. Wiss., Krakau 1895.
Strasburger, E., Die Kontroversen der indirekten Kernteilung in: Arch. mikr. Anat., 23. Bd., 1884.
Studnička, F. K., Ueber die Struktur der sog. Cuticula und die Bildung derselben. Sitz.-Ber. böhm. Ges. Wiss., Prag 1897.
— Ueber die intercellularen Verbindungen, den sog. Cuticularsaum und den Flimmerbesatz der Zellen. Sitz.-Ber. böhm. Ges. Wiss., Prag 1898.
Waldeyer, W., Ueber Karyokinese und ihre Beziehungen zu den Befruchtungsvorgängen in: Arch. mikr. Anat., 32. Bd., 1888.
Ziegler, H. E., Die biologische Bedeutung der amitotischen Kernteilung im Tierreich. Biol. Centralblatt, 11. Bd, 1891.
Zimmermann, K. W., Studien über Pigmentzellen. 1. Ueber die Anordnung des Archiplasmas in den Pigmentzellen der Knochenfische in: Arch. mikr. Anat., 41. Bd., 1893.

Epithelgewebe, Drüsen.

Bonnet, R., Ueber „Schlussleisten" der Epithelien in: D. med. Wochenschr., 1895.
Cohn, Th., Ueber Intercellularlücken und Kittsubstanz. Anat. Hefte, 1. Abt., Heft XV, (5. Bd., Heft 2), Inaug.-Diss., Würzburg 1894.
— Ueber epitheliale Schlussleisten an embryonalen und ausgebildeten Geweben. Verh. phys. med. Ges., Würzburg, N. F., 31. Bd., 1897.
Flemming, W., Ueber Bau und Einteilung der Drüsen. Arch. Anat. u. Physiol., 1888.
Gaule, J., Das Flimmerepithel der Aricia foetida in: Arch. Anat. u. Physiol. Physiol. Abt., 1881.
Kolossow, A., Ueber die Struktur des Pleuroperitoneal- und Gefässepithels (Endothels) in: Arch. mikr. Anat., 42. Bd., 1893.
Lenhossék, M., Ueber Flimmerzellen. Verh. Anat. Ges., 12. Vers. in Kiel, 1898.
Studnička, F. K., Ueber Flimmer- und Cuticularzellen mit besonderer Berücksichtigung der Centrosomenfrage. Sitz.-Ber. böhm. Ges. Wiss., Prag 1899.
Tornier, O., Ueber Bürstenbesätze an Drüsenepithelien in: Arch. mikr. Anat., 27. Bd, 1886.
Zimmermann, K. W., Beiträge zur Kenntnis einiger Drüsen und Epithelien. Arch. mikr. Anat., 52. Bd., 1898.

Gewebe der Bindesubstanzen,

(Bindegewebe, Knorpelgewebe, Knochengewebe)

Skelettsystem.

Arnold, J., Beobachtungen über Keim- und Kernteilungen in den Zellen des Knochenmarkes in: Arch. Path. Anat., 43. Bd., 1883.
Bizzozero, G., Sulla funzione ematopoetica dell' midollo delle ossa. Gazzetta med. Ital. Lomb. N. 48, 1868.
— Nouvelles recherches sur la moëlle des os chez les oiseaux, in: Arch. Ital. Biol., Tome 14, 1891.
Budge, A., Die Saftbahnen im hyalinen Knorpel in: Arch. mikr. Anat., 14. Bd., 1877.
— Weitere Mitteilungen über die Saftbahnen im hyalinen Knorpel in: Arch. mikr. Anat., 16. Bd., 1879.
Demoor, L., Recherches sur la structure du tissu réticulé in: Arch. Biol. Tome 13, 1893.
Ebner, V. von, Ueber den feineren Bau der Knochensubstanz in: Sitz.-Ber. Akad. Wien, 72. Bd., 3. Abt, 1875.
Enderlen, E., Fasern im Knochenmarke in: Anat. Anzeiger, 6. Jahrg., 1891.
Flesch, M., Untersuchungen über die Grundsubstanz des hyalinen Knorpels. Würzburg, 1880.
Flemming, W., Zur Entwickelungsgeschichte der Bindegewebsfibrillen in: Internat. Beitr. wiss. Med., 1. Bd., 1891.
Fürbringer, M., Ueber das Gewebe des Kopfknorpels der Cephalopoden in: Morph. Jahrb., 3. Bd., 1877.
Gardner, M., Zur Frage über die Histogenese des elastischen Gewebes in: Biol. Zentralbl., 17. Bd., 1897.
Gegenbaur, C., Ueber die Bildung des Knochengewebes in: Jena. Zeitschr. Naturw., 1. Bd., 1864 und 3. Bd., 1867.
Heidenhain, M., Ueber die Riesenzellen des Knochenmarkes und ihre Zentralkörper in: Sitz.-Ber. Physik.-Med. Ges., Würzburg, 1892.
Key, Axel und **Retzius,** G., Studien in der Anatomie des Nervensystems und des Bindegewebes, 1. Hälfte, Stockholm, 1875; 2. Hälfte, 1. Abt., Stockholm, 1876.
Kölliker, A. von, Die normale Resorption des Knochengewebes und ihre Bedeutung für die Entstehung der typischen Knochenformen. Leipzig, 1873.
— Der feinere Bau des Knochengewebes in: Zeitschr. wiss. Zool. 44. Bd., 1886.
Lwoff, B., Ueber die Entwickelung der Fibrillen des Bindegewebes in: Sitz.-Ber. Akad. Wien, 96. Bd.; 3. Abt., 1889.
Mall, F., Das retikulierte Gewebe und seine Beziehungen zu den Bindegewebsfibrillen in: Abh. Math.-Physik. Klass. Sächs. Ges. Wiss., Leipzig, 17. Bd., 1891.
Morochowetz, L., Zur Histochemie des Bindegewebes in: Verh. Naturhist. Ver. Heidelberg (N. F.), 1. Bd., 1874.
Neuman, E., Ueber die Bedeutung des Knochenmarkes für die Blutbildung. Vorl. Mitt. in: Zentralbl. med. Wiss., Nr. 44, 1868.
— Ueber die Bedeutung des Knochenmarkes für die Blutbildung in: Arch. Heilkunde, 10. Bd., 1869.
— Das Gesetz der Verbreitung des gelben und roten Markes in den Extremitätenknochen in: Zentralbl. med. Wiss., 20. Jahrg., 1882.
— Ueber die Entwickelung roter Blutkörperchen im neugebildeten Knochenmark in: Arch. Path. Virchow, 119. Bd., 1890.
Rabl, H., Ueber die Kerne der Fettzellen in: Arch. mikr. Anat., 47. Bd., 1896.
Rindfleisch, G. E., Ueber Knochenmark und Blutbildung in: Arch. mikr. Anat., 17. Bd., 1880.
Rollett, A., Von den Bindesubstanzen in: Handb. Lehre von den Geweben, Stricker, 1871.
Schulz, K., Das elastische Gewebe des Periost und Knochen in: Anat. Hefte, 1. Abt., 6. Bd., 1895.
Solger, B., Ueber Knorpelwachstum in: Fortschr. Med., 7. Bd., 1889 und in: Verh. Anat. Ges., 3. Vers., Berlin, 1890.

Stieda, L., Die Bildung des Knochengewebes. Festschrift. Leipzig, 1872.
Stricht, O. van der, Recherches sur le Cartilage hyalin. in: Arch. Biol. Tome 7, 1887.
Virchow, R., Einige neue Beobachtungen über Knochen- und Knorpelkörperchen in: Verh. Physik. Med. Ges., Würzburg, Bd. 1, 1850.
Waldeyer, W., Ueber Bindegewebszellen in: Arch. mikr. Anat., 11. Bd., 1875.
Wolters, M., Zur Kenntnis der Grundsubstanz und der Saftbahnen des Knorpels in: Arch. mikr. Anat., 37. Bd., 1891.

Muskelgewebe, Muskelsystem.

Barfurth, D., Ueber Zellbrücken glatter Muskelfasern in: Arch. mikr. Anat., 38. Bd., 1891.
Browicz, T., Ueber das Verhalten von Kittsubstanz der Herzmuskelzellen, (polnisch), 1889.
Cohnheim, J., Ueber den feineren Bau der quergestreiften Muskelfaser in: Arch. Path. Virchow, 34. Bd, 1865.
Felix, W., Ueber Wachstum der quergestreiften Muskulatur nach Beobachtungen am Menschen in: Zeit. wiss. Zool. 48. Bd., 1889.
Godlewski, E, Ueber die Kernvermehrung in den quergestreiften Muskelfasern der Wirbeltiere in: Anz. Akad. Wiss, Krakau, 1900.
Hoyer, H., Ueber die Struktur und Kernteilung der Herzmuskelzellen in: Anz. Akad. Wiss., Krakau, 1899.
Kultschitzky, N., Ueber die Art der Verbindung der glatten Muskelfasern untereinander in: Biol. Zentralbl., 7. Bd., 1887.
Przewoski, E., Ueber die Verbindungsweise der Muskelzellen im Herzen des erwachsenen Menschen. (polnisch). 1893.
Ranvier, L, Leçons d'anatomie générale sur le système musculaire. Paris, 1880.
Rollet, Alex, Untersuchungen über den Bau der quergestreiften Muskelfasern, 1. Teil, in: Denkschr. Akad. Wien, Math.-naturwiss. Klasse, 49. Bd., Abt. 1, 2. Teil, ibid. 51. Bd., Abt. 1, 1885.
Schaffer, J., Beiträge zur Histologie und Histogenese der quergestreiften Muskelfasern des Menschen und einiger Wirbeltiere in: Sitz.-Ber. Akad. Wien, 102. Bd., 3. Abt., 1893.
— Ueber die Verbindung der glatten Muskelzellen untereinander. Anat. Anz., 15. Bd., 1899.
Weismann, A., Ueber das Wachsen der quergestreiften Muskeln nach Beobachtungen am Frosch in: Zeitschr. ration. Medizin, 10. Bd., 1861.

Nervengewebe.

Apáthy, St., Das leitende Element des Nervensystems und seine Beziehungen zu den Zellen. 1. Mitt. in: Mitt. Zool. Stat., Neapel, 1897.
Boveri, Th., Beiträge zur Kenntnis der Nervenfasern in: Abh. Akad. München, 15. Bd., 1885.
Bühler, Ant., Untersuchungen über den Bau der Nervenzellen. Verh. phys.-med. Ges. Würzburg, N. F., Bd. XXXI, 1898.
Fleischl, E., Ueber die Beschaffenheit des Achsencylinders in: Beiträge Anat. Phys. Festgabe für Karl Ludwig, Leipzig. 1874.
Held, H, Beiträge zur Struktur der Nervenzellen und ihrer Fortsätze in: Arch. Anat. u. Physiol. Anat. Abt., 1897.
His, W., Die Neuroblasten und deren Entstehung im embryonalen Mark in: Arch. Anat. u. Physiol. Anat. Abt. und in: Abh. Sächs. Akad. Wiss., 26. Bd., 1889.
Jacobi, Ed., Zum feineren Bau der peripheren markhaltigen Nervenfaser in: Verh. physik.-med. Ges. Würzburg, 20. Bd., 1886.
Joseph, M., Ueber einige Bestandteile der peripheren markhaltigen Nervenfaser in: Sitz.-Ber. Akad. Berlin und in: Arch. Anat. u. Physiol. Phys. Abt 1888.
Kuhnt, J., Die peripherische markhaltige Nervenfaser in: Arch. mikr. Anat., 13. Bd., 1877.
Kupffer, C., Ueber die „Achsencylinder" markhaltiger Nervenfasern in: Sitz.-Ber. Akad. München, 13. Bd., 1883.

Kupfer, C., Die Neurenlehre in der Anatomie des Nervensystems in: Münchener Med. Wochenschr. 1894.
Lanterman, A. J., Ueber den feineren Bau der markhaltigen Nervenfaser in: Arch. mikr. Anat., 13. Bd., 1877.
Lenhossék, M. v., Centrosom und Sphäre in den Spinalganglienzellen des Frosches in: Arch. mikr. Anat., 46. Bd., 1895.
— Ueber den Bau der Spinalganglienzellen des Menschen, Arch. Psychiatrie, 29. Bd., 1896.
Meyer, Semi, Ueber eine Verbindungsweise der Neuronen, Arch. mikr. Anat., 48. Bd., 1896.
Nissl, F., Ueber die sogenannten Granula der Nervenzellen in: Neurol. Zentralbl. 1894.
Westphal, A., Ueber die Markscheidenbildung der Hirnnerven des Menschen in: Arch. Psychiatrie, 29. Bd., 1897.

Blut und Lymphe.

Affanassiew, M., Ueber den dritten Formbestandteil des Blutes im normalen und pathologischen Zustand in: Arb. Med. Klin. Inst. Univers. München, Bd. 1, 1884.
Arnold, J., Ueber Teilungsvorgänge an den Wanderzellen, ihre progressiven und regressiven Metamorphosen in: Arch. mikr. Anat., 30. Bd., 1887.
— Zur Morphologie und Biologie der roten Blutkörperchen in: Arch. Path. Anat., 145. Bd., 1896.
Bethe, M., Beiträge zur Kenntnis der Zahl- und Massverhältnisse der roten Blutkörperchen in: Morph. Arb. Schwalbe, 1. Bd., 1891.
Bizzozero, G., Ueber einen neuen Formbestandteil des Blutes und dessen Rolle bei der Trombose und der Blutgerinnung in: Arch. Path. Virchow, 90. Bd., 1882.
— Sur les plaquettes du sang des Mammifères. Gazzetta degli ospedali 1884.
— Ueber die Blutplättchen in: Internat. Beitr. Wiss. Med., 1. Bd., und in: Arch. Ital. Biol., Tome 16, 1892.
Dekhuyzen, M. C., Ueber Emigration und Leukocyten in: Verh. Anat. Ges. 5. Vers. in München 1891.
Ehrlich, P., Farbenanalytische Untersuchungen zur Histologie und Klinik des Blutes, 1. Teil, 1891.
Flemming, W., Ueber Teilung und Kernformen bei Leukocyten und über deren Attraktionssphären in: Arch. mikr. Anat., 37. Bd., 1891.
Gensch, H., Die Blutbildung auf dem Dottersack bei Knochenfischen in: Arch. mikr. Anat., 19. Bd., 1881.
Hayem, G., Du sang et de ses altérations anatomiques, Paris 1889.
Kostanecki, K. v., Die embryonale Leber in ihrer Beziehung zur Blutbildung in: Anat. Hefte, 1. Abt. H. III., 1892.
Löwit, M., Die Anordnung und Neubildung von Leukocyten und Erythroblasten in den Blutzellen bildenden Organen in: Arch. mikr. Anat., 38. Bd., 1891.
Minot, Ch. S., Zur Morphologie der Blutkörperchen in: Anat. Anzeiger, Jahrg. 5., 1890.
Müller, H. F., Zur Frage der Blutbildung in: Sitz.-Ber. Akad. Wien, 98. Bd., 3. Abteil., 1889.
— Ueber einen bisher nicht beachteten Formbestandteil des Blutes in: Zentralbl. Allg. Path. Path. Anat. Ziegler, 7. Bd., 1896.
Oppel, A., Unsere Kenntnis von der Entstehung der roten und weissen Blutkörperchen. Zusammenfassendes Referat in: Zentralbl. Allg. Path. Path. Anat., 3. Bd., 1892.
Schmidt, M. B., Ueber Blutzellenbildung in Leber und Milz unter normalen und pathologischen Verhältnissen in: Beitr. Path. Anat. Allg. Path., 11. Bd., 1892.
Stricht, O. van der, Nouvelles recherches sur la genèse des globules rouges et des globules blancs du sang in: Arch. Biol., Tome 12, 1892.
— Nature et division mitosique des globules blancs des Mammifères in: Verh. Anat. Ges., 7. Vers., 1893.

Tettenhamer, E., Ueber die Entstehung der acidophilen Leukocytengranula aus degenerierender Kernsubstanz in: Anat. Anzeiger, 8. Jahrg., 1893.
Ziegler, H. E., Ueber die embryonale Anlage des Blutes bei den Wirbeltieren in: Verh. D. Zool. Ges., 2. Vers., 1892.

Kreislaufsystem.

Bannwarth, A., Untersuchungen über die Milz, Arch. mikr. Anat., 38. Bd., 1891.
Bonnet, R., Ueber den Bau der Arterienwand in: D. med. Wochenschr. 1896.
Brunn, A. v., Beitrag zur Kenntnis des feineren Baues und der Entwickelung der Nebennieren, Arch. mikr. Anat., Bd. 8, 1872.
Eberth, C. J., Von den Blutgefässen in: Handb. Lehre von den Geweben, Stricker, Leipzig 1871.
— Die Nebennieren in: Handb. Lehre von den Geweben, Stricker, Leipzig 1871.
Fusari, R., Nervenendigungen in den Nebennieren, Arch. ital. de Biologie, 16. Bd., 1891.
Galeotti, Beitrag zur Kenntnis der Sekretionserscheinungen in den Epithelzellen der Schilddrüse, Arch. mikr. Anat., 48. Bd., 1896.
Gottschau, M., Struktur und embryonale Entwickelung der Nebennieren bei Säugetieren in: Arch. Anat. u. Physiol. Anat., Abteil. 1883.
Grünstein, N., Ueber den Bau der menschlichen Arterien in versch. Altersstufen, Arch. mikr. Anat., 47. Bd., 1896.
Haller, B., Untersuchungen über die Hypophyse und die Infundibularorgane, Morphol. Jahrbuch, XXV., 1896.
His, W., Untersuchungen über den Bau der Lymphdrüsen in: Zeitschr. wiss. Zool., 11. Bd., 1861.
Hoyer, H., Ueber die unmittelbare Einmündung kleinster Arterien in Gefässäste venösen Charakters in: Arch. mikr. Anat., 13. Bd., 1877.
Hoyer, H. jun., Ueber den Bau der Milz, Morphol. Arb. her. v. Schwalbe, 3. Bd.
Hürthle, K., Ueber den Sekretionsvorgang in der Schilddrüse in: Arch. Physiol. Pflüger, 56. Bd., 1894.
Langendorff, O., Beiträge zur Kenntnis der Schilddrüse in: Arch. Anat. u. Physiol. Phys. Abt., Suppl.-Bd. 1889.
Mayer, P., Ueber die ersten Stadien der Gefässe bei den Selachiern in: Anat. Anzeiger, 9. Bd., 1893.
Müller, W., Milz in: Handb. Lehre von den Geweben, Stricker, Leipzig 1871.
Pfaundler, M., Zur Anatomie der Nebenniere in: Sitz.-Ber. Akad. Wiss. Wien, 101. Bd., 3. Abt., 1892.
Rabl, H., Die Entwickelung und Struktur der Nebenniere bei den Vögeln in: Arch. mikr. Anat., 38. Bd., 1891.
Recklinghausen, F. v., Die Lymphgefässe und ihre Beziehung zum Bindegewebe, Berlin 1862.
— Das Lymphgefässsystem in: Handb. Lehre von den Geweben, Stricker 1871.
Saxer, Fr., Ueber die Entwickelung und den Bau der norm. Lymphdrüsen und die Entstehung der roten und weissen Blutkörperchen. Anat. Hefte XIX/XX, 1. Abt., 1896.
Schaffer, J., Ueber den feineren Bau der Thymus und deren Beziehungen zur Blutbildung in: Sitz.-Ber. Akad. Wiss., Wien, 102. Bd., 3. Abt., 1893.
Schaper, A., Beiträge zur Histologie der Glandula carotica in: Arch. mikr. Anat., 40. Bd., 1892.
Schedel, J., Zellvermehrung in der Thymusdrüse. Arch. mikr. Anat., 24. Bd., 1885.
Schweigger-Seidel, F., Das Herz in: Handb. Lehre von den Geweben. Stricker, Leipzig 1871.
Seipp, L., Das elastische Gewebe des Herzens. Anat. Hefte XVII, 1. Abt., 1895.
Streiff, J. J., Ueber die Form der Schilddrüsen-Follikel d. Menschen in: Arch. mikr. Anat., 48. Bd., 1897.
Teichmann, L., Das Saugader-System vom anatomischen Standpunkt bearbeitet. Leipzig 1861.
Triepel, H., Das elastische Gewebe an der Wand der Arterien der Schädelhöhle. Anat. Hefte XXII, 1. Abt., 1896.

Verdauungssystem.

Bizzozero, G., Ueber die schlauchförmigen Drüsen des Magendarmkanals und die Beziehungen ihres Epithels zu dem Oberflächenepithel der Schleimhaut. 1. Mitt. in: Arch. mikr. Anat., 33. Bd., 1889.
— 2. Mitt. in: Arch. mikr. Anat., 40. Bd., 1892.
Browicz, J., Intracelluläre Gallengänge in den Leberzellen. Anz. Akad. Wiss. Krakau 1897.
— Ueber Krystallisationsphänomene in der Leberzelle. ibid. 1898.
— Ernährungswege in der Leberzelle; ibid. 1899.
— Bau der intercellulären Gallengänge und ihr Verhältnis zu den Blutkapillaren; ibid. 1900.
— Bau der intraacinösen Blutkapillaren und ihr Verhältnis zu den Leberzellen; ibid. 1900.
— Ueber intravasculäre Zellen in den Blutkapillaren der Leberacini in: Arch. mikr. Anat., 1899.
Budge, A., Lymphgefässe der Leber. Leipziger physiol. Arbeiten, 10. Bd., 1875.
Ebner, V. v., Ueber die Anfänge der Speichelgänge in den Alveolen der Speicheldrüsen in: Arch. mikr. Anat., 8. Bd., 1872.
— Histologie der Zähne mit Einschluss der Histogenese in: Handb. Zahnheilkunde von J. Scheff jr., 1. Bd., Wien 1891.
Heidenhain, R., Untersuchungen über den Bau der Labdrüsen in: Arch. mikr. Anat., 6. Bd., 1870.
— Physiologie der Absonderungsvorgänge in: Hermann's Handb. Physiologie, Bd. 5, T. 1, Leipzig 1883.
— Beiträge zur Histologie und Physiologie der Dünndarmschleimhaut in: Arch. Physiol. Pflüger, 43. Bd., 1888.
— Der Bau der Darmzotten. Arch. Physiol. Pflüger, 43. Bd., Suppl., 1888.
Hering, E., Von der Leber in: Handb. Lehre von den Geweben. Stricker, Leipzig 1871.
Höhl, E., Beitrag zur Histologie der Pulpa und des Dentins. Arch. Anat. und Physiol. Anat. Abt., 1896.
Klaatsch, H., Ueber die Beteiligung von Drüsenbildungen am Aufbau der Peyer'schen Plaques in: Morph. Jahrb., 19. Bd., 1892.
Krause, R., Beiträge zur Histologie der Speicheldrüsen. Die Bedeutung der Gianuzzischen Halbmonde. Arch. mikr. Anat., 49. Bd., 1897.
Kühne, W. und **Lea,** A. Sch., Ueber die Absonderung des Pankreas in: Verh. Naturhist. Ver. Heidelberg, (N. F.), 1. Bd., 1874.
Kupffer, C. v., Ueber die Sternzellen d. Leber in: Arch. mikr. Anat., 12. Bd., 1876.
— Epithel und Drüsen des menschlichen Magens in: Festschr. ärztl. Ver., München 1883.
— Ueber den Nachweis der Gallenkapillaren und spezifischen Fasern in den Leberläppchen durch Färbung in: Sitz.-Ber. Ges. Morph. Phys., München, 5. Bd., 1889.
— Ueber die sogenannten Sternzellen der Säugetierleber. Arch. mikr. Anat. 54. Bd., 1899.
Langer, C. v., Ueber das Verhalten der Darmschleimhaut in der Ileocöcal-Klappe nebst Bemerkungen über ihre Entwickelung in: Denkschr. Akad. Wiss. Wien, 54. Bd., 1888.
Langerhans, P., Beiträge zur mikroskopischen Anatomie der Bauchspeicheldrüse. Med. Inaug. Diss., Berlin, 1869.
Lepkowski, W., Ueber die Gefässverteilung in den Zähnen von Säugetieren. Anat. Hefte, H. XXVI, 1. Abt., 1896.
Lewaschew, S. W., Ueber eine eigentümliche Veränderung der Pankreaszellen warmblütiger Tiere bei starker Absonderungsthätigkeit der Drüse in: Arch. mikr. Anat., 26. Bd., 1886.
Mall, J. P., Die Blut- und Lymphwege im Dünndarm des Hundes in: Abt. Math. Physik. Klass. Sächs. Ges. Wiss. Leipzig, 14. Bd., 1887.
Merkel, F., Die Speichelröhren. Rektoratsprogramm Rostock, Leipzig 1883.
Müller, E., Zur Kenntnis der Labdrüsen der Magenschleimhaut in: Verh. Biol. Ver. Stockholm. 4. Bd., 1892.
— Ueber Sekretkapillaren in: Arch. mikr. Anat., 45. Bd., 1895.

Oppel, A., Ueber Gitterfasern der menschlichen Leber und Milz. Anat. Anz. Jahrg. VI, 1891.
— Lehrbuch der vergleichenden mikroskopischen Anatomie der Wirbeltiere. Jena. 1. T. Der Magen, 1896. 2. T. Der Schlund und Darm, 1897.
Paneth, J., Ueber die secernierenden Zellen des Dünndarm-Epithels in: Arch. mikr. Anat., 31. Bd., 1888.
Pfeiffer, L., Ueber Sekretvakuolen der Leberzellen im Zusammenhang mit den Gallenkapillaren in: Arch. mikr. Anat., 23. Bd., 1884.
Podwyssotzki, W. jun, Beiträge zur Kenntnis des feineren Baues der Bauchspeicheldrüse in: Arch. mikr. Anat., 21. Bd., 1882.
Rüdinger, N., Ueber die Muskelanordnung im Pförtner des Magens und am Anus. in: Allg. Wiener Med. Zeitung, 1879.
— Ueber die Umbildung der Lieberkühn'schen Drüsen durch die Solitärfollikel im Wurmfortsatz des Menschen in: Sitz.-Ber. Akad., München, 21. Bd., 1891.
Schaffer, J., Beiträge zur Histologie menschlicher Organe. 1. Duodenum. 2. Dünndarm. 3. Mastdarm in: Sitz.-Ber. Akad. Wiss. Wien, 100. Bd. 3. Abt., 1891.
— Beiträge zur Histologie menschlicher Organe, IV. Zunge, V. Mundhöhle-Schlundkopf, VI. Oesophagus, VII. Cardia in: Sitz.-Ber. Akad. Wiss. Wien, 106. Bd., 3. Abt., 1897.
Solger, B., Ueber den feineren Bau der Glandula submaxillaris beim Menschen mit besonderer Berücksichtigung der Drüsengranula in: Festschrift F. C. Gegenbaur, 2. Bd., 1896.
Stöhr, Ph., Ueber das Epithel des menschlichen Magens. Verh. phys. med. Ges. zu Würzburg, N. F. 15. Bd, 1880.
— Zur Kenntnis des feineren Baues der menschlichen Magenschleimhaut. Arch. mikr. Anat., 20. Bd., 1882.
— Ueber Mandeln und Balgdrüsen in: Arch. Path. Virchow, 97. Bd., 1884.
— Ueber Schleimdrüsen in: Festschrift f. Kölliker, Leipzig 1887.
— Ueber die Lymphknötchen des Darmes in: Arch. mikr. Anat., 33. Bd., 1889.
— Ueber Randzellen und Sekretkapillaren in: Arch. mikr. Anat., 47. Bd., 1896.
Szymonowicz, Ueber den Bau des Dentins. Anz. Akad. Wiss. Krakau 1895.
Werther, M., Beobachtungen über die Absonderung der Salze in Speicheldrüsen in: Arch. Physiol. Pflüger, 38. Bd., 1886.

Atmungssystem.

Kölliker, A. v., Zur Kenntnis des Baues der Lunge des Menschen in: Verh. physik.-med. Ges. Würzburg, 16. Bd. (N. F.), 1881.
Rheiner, H., Die Ausbreitung der Epithelien im Kehlkopfe in: Verh. physik.-med. Ges. Würzburg, 3. Bd., 1852.
— Beiträge zur Histologie des Kehlkopfes. Med. Inaug.-Diss., Würzburg, 1852.
Schulze, F. E., Die Lungen in: Handb. Lehre von den Geweben. Stricker, Leipzig, 1871.

Harnsystem.

Disse, F., Ueber die Veränderungen der Nierenepithelien bei der Sekretion in: Anat. Hefte, 1. Abt., 2. Bd., 1892.
Golubew, W. Z., Ueber die Blutgefässe in der Niere der Säugetiere und des Menschen in: Internat. Monatsschr, Anat. Phys., 10. Bd., 1893.
Landauer, A., Ueber die Struktur des Nierenepithels in: Anat. Anz., 10. Bd., 1895.
London, B., Das Blasenepithel bei verschiedenen Füllungszuständen der Blase in: Arch. Anat. u Physiol. Phys. Abt., 1881.
Ludwig, C., Von der Niere in: Handb. Lehre von den Geweben. Stricker, Leipzig, 1871
Rühle, G., Ueber die Membrana propria der Harnkanälchen und ihre Beziehung zu dem interstitiellen Gewebe der Niere in: Arch. Anat. u. Physiol. Anat. Abt., 1897.
Sauer, H., Neue Untersuchungen über das Nierenepithel und sein Verhalten bei der Harnabsonderung in: Arch. mikr. Anat., 46. Bd., 1895.
Schweigger-Seidel, F., Die Nieren des Menschen und der Säugetiere in ihrem feineren Baue. Halle, 1865.

Fortpflanzungssystem.

Hertwig, O., Vergleich der Ei- und Samenbildung bei Nematoden. Eine Grundlage für celluläre Streitfragen in: Arch. mikr. Anat., 36. Bd., 1890.
Klein, E., Die äusseren männlichen und weiblichen Genitalien samt drüsigen Anhängen in: Handb. Lehre v. d. Geweben, Stricker, Leipzig, 1871.
Müller, V., Ueber die Entwickelungsgeschichte und feinere Anatomie der Bartholini'schen und Cowper'schen Drüsen des Menschen in: Arch. mikr. Anat., 39. Bd., 1892.

a) Die männlichen Geschlechtsorgane.

Ballowitz, E., Untersuchungen über die Struktur der Spermatozoen, zugleich ein Beitrag zur Lehre vom feineren Bau der kontraktilen Elemente, Teil 1. Die Spermatozoen der Vögel in: Arch. mikr. Anat., 32. Bd., 1888.
— Das Retzius'sche Endstück der Säugetier-Spermatozoen in: Internat. Monatsschr. Anat. Phys., 7. Bd. 1890.
— Untersuchungen über die Struktur der Spermatozoen. Teil 3. Fische, Amphibien und Reptilien in: Arch. mikr. Anat., 36. Bd. 1890.
— Weitere Beobachtungen über den feineren Bau der Säugetierspermatozoen in: Zeit. wiss. Zool., 52. Bd., 1891.
Benda, C., Untersuchungen über den Bau des funktionierenden Samenkanälchens einiger Säugetiere und Folgerungen für die Spermatogenese dieser Wirbeltierklasse in: Arch. mikr. Anat., 30. Bd., 1887.
Biondi, D., Die Entwickelung der Spermatozoiden in: Arch. mikr. Anat., 25. Bd., 1885.
Brauer, A., Zur Kenntnis der Spermatogenese von Ascaris megalocephala in: Arch. mikr. Anat., 42. Bd., 1893.
Brunn, A., Beiträge zur Kenntnis der Samenkörper und ihre Entwickelung bei Säugetieren und Vögeln in: Arch. mikr. Anat., 23. Bd., 1884.
Dogiel, A. S., Die Nervenendigungen in der Haut der äusseren Genitalorgane des Menschen. Arch. mikrosk. Anat., 41. Bd., 1893.
Ebner, V. von, Zur Spermatogenese bei den Säugetieren in: Arch. mikr. Anat., 31. Bd., 1888.
— Ueber die Teilung der Spermatocyten bei den Säugetieren. Sitz.-Ber. Akad. Wiss. Wien, 108. Bd., 1899.
Flemming, W., Weitere Beobachtungen über die Entwickelung der Spermatosomen bei Salamandra maculosa in: Arch. mikr. Anat., 31. Bd., 1888.
Gibbes, H., On the Structure of the Spermatozoon in: Quart. Journ. Micr. Sc. (N. S.) Nr. 63, 1880.
Godlewski, Weitere Untersuchungen über die Umwandlungsweise der Spermatiden in Spermatozoen bei Helix pomatia. Anz. Akad. Wiss. Krakau, 1897.
Hermann, F., Beiträge zur Histologie des Hodens in: Arch. mikr. Anat., 34. Bd., 1889.
— Beiträge zur Kenntnis der Spermatogenese in: Arch. mikr. Anat., 50. Bd., 1897.
Jensen, O. S., Untersuchungen über den Samenkörper der Säugetiere, Vögel und Amphibien, 1. Säugetiere, in: Arch. mikr. Anat., 30. Bd., 1887.
Korff, K. v., Zur Histogenese der Spermien von Helix pomatia. Arch. mikr. Anat., 54. Bd., 1899.
Lenhossék, M. v., Untersuchungen über Spermatogenese. Arch. mikr. Anat., 51. Bd., 1898.
Merkel, F., Die Stützzellen des menschlichen Hodens in: Arch. Anat. u. Physiol., 1871.
Meves, Friedr., Ueber die Entwickelung der männlichen Geschlechtszellen von Salamandra maculosa in: Arch. mikr. Anat., 48. Bd., 1896.
— Ueber Struktur und Histogenese der Samenfäden von Salamandra maculosa in: Arch. mikr. Anat., 50. Bd., 1897.
— Ueber Struktur und Histogenese der Samenfäden des Meerschweinchens. Arch. mikr. Anat., 54. Bd., 1899.
Peter, K., Die Bedeutung der Nährzelle im Hoden. Arch. mikr. Anat., 53. Bd., 1898.

Piersol, G., Duration of Motion of Human Spermatozoon in: Anat. Anzeiger, 8. Jahrg., 1893.
Plato, J., Die interstitiellen Zellen des Hodens und ihre physiologische Bedeutung. Arch. mikr. Anat., 48. Bd., 1896.
— Zur Kenntnis der Anatomie und Physiologie der Geschlechtsorgane. Arch. mikr. Anat., 50. Bd., 1897.
Rath, O. v., Beiträge zur Kenntnis der Spermatogenese von Salamandra maculosa in: Zeit. wiss. Zool., 57. Bd., 1893.
Retzius, G., Zur Kenntnis der Spermatozoen. Biol. Unters., 1881.
— Ueber die Endigungsweise des Nerven in den Genitalnervenkörperchen des Kaninchens. Internat. Monatsschrift Anat. Physiol., Bd. 7, 1890.
Rüdinger, N., Zur Anatomie der Prostata, des Uterus masculinus und der Ductus ejaculatorii in: Festschr. Aerztl. Ver., München, 1883.
Saalfeld, E., Ueber die Tyson'schen Drüsen. Arch. mikr. Anat, 53. Bd., 1898.
Schaffer, J., Ueber Drüsen im Epithel der Vasa efferentia testis beim Menschen in: Anat. Anzeiger, 7. Jahrg, 1892.
Sclavunos, G., Ueber die feineren Nerven und ihre Endigungen in den männlichen Genitalien. Anat. Anz. 9. Jahrg., 1894.
Timofeew, D., Zur Kenntnis der Nervenendigungen in den männlichen Geschlechtsorganen der Säuger. Anat. Anz. 9. Jahrg., 1894.
Valette, St. George von la, Abhandlungen über Spermatogenese bei verschiedenen Tieren in: Arch. mikr. Anat., Bd. 3, 10, 12, 15, 25, 27, 28, 30, 1·67–1887.

b) Die weiblichen Geschlechtsorgane.

Barfurth, D., Zelllücken und Zellbrücken im Uterusepithel nach der Geburt in: Verh. Anat. Ges., 10 Vers., 1896.
Beneden, Ed. van, Recherches sur la maturation de l'œuf et la fécondation in: Arch. Biol., Tome 4, 1883.
Bühler, A., Beiträge zur Kenntnis der Eibildung beim Kaninchen und der Markstränge des Eierstockes beim Fuchs und Menschen in: Zeit. wiss. Zool., 58. Bd., 1894.
Flemming, W., Ueber die Bildung von Richtungsfiguren in Säugetiereiern beim Untergang Graaf'scher Follikel in: Arch. Anat Phys. Anat Abt, 1885.
Frommel, R., Beitrag zur Histologie der Eileiter in: Münchener med. Wochenschr. 33. Jahrg., 1886.
Gawroński, N. v., Ueber Verbreitung und Endigung der Nerven in den weiblichen Genitalien. Vorläufige Mitteilung. In: Zentralbl. Gynäk., 1894 und Arch. Gynäkologie, Bd. 47, 1896.
Harz, W., Beiträge zur Histiologie des Ovariums der Säugetiere in: Arch. mikr. Anat., 22. Bd„ 1883.
Hofmeyer, M., Zur Kenntnis der normalen Uterusschleimhaut in: Zentralbl. Gynäk., 1893.
Klein, G., Entstehung des Hymen in: Sitz.-Ber. Ges. Morph. Phys. München, 9. Bd., 1893.
Langhans, Th., Zur Kenntnis der menschlichen Placenta in: Arch. Gynäkol. Bd. 1.
— Untersuchungen über die menschliche Placenta in: Arch. mikr. Anat., 1877.
Leopold, G., Studien über die Uterusschleimhaut während der Menstruation, Schwangerschaft und Wochenbett in: Arch. Gynäkol., 11. u. 12. Bd. 1877.
— Die Uterusschleimhaut während der Schwangerschaft und der Bau der Placenta. Arch. Gynäkol., 11. Bd., 1877.
— Ueber den Bau der Placenta in: Arch. Gynäkol., 35. Bd., 1889.
Mars, A. und **Nowak**, J., Ueber den Bau und die Entwickelung des menschlichen Mutterkuchens. Sitz.-Ber. Akad. Wiss. Krakau, 30. Bd., 1895.
Martin, A., Uterus in: Real-Encyklopädie ges. Heilk., Eulenburg 1889.
Minot, Ch. S., A theory of the structure of the placenta in: Anat. Anz., 1891.
Nagel, W., Das menschliche Ei in: Arch. mikr. Anat., 31. Bd., 1888.
— Die weiblichen Geschlechtsorgane in: v. Bardelebens Handbuch der Anatomie, Jena 1896.
Nowak, J., Weitere Untersuchungen über den Bau und die Entwickelung des menschlichen Mutterkuchens. Sitz.-Ber. Akad. Wiss. Krakau, 30. Bd., 1896.

Paladino, G., I ponti intercellulari tra l'uovo ovarico e le celluli follicular e la formazione della zona pellucida in: Anat. Anzeiger, 5. Jahrg., 1890.
Pflüger, E. F., Ueber die Eierstöcke der Säugetiere und des Menschen, Leipzig, 1863.
Preuschen, von, Vagina in: Real-Encyklopädie ges. Heilk. Eulenburg, 2. Aufl. Bd. 20, 1889.
Retzius, G., Die Intercellularbrücken des Eierstockeies und der Follikelzellen, sowie über die Entwickelung der Zona pellucida in: Verh. Anat. Ges., 3. Vers., Berlin; ausführlich in: Hygiea, Festband 1890.
— Ueber die Nerven der Ovarien und Hoden in: Biol. Untersuchungen, N. F., 5. Bd., 1893.
Riese, H., Die feinsten Nervenfasern und ihre Endigungen im Ovarium der Säugetiere und des Menschen in: Anat. Anzeiger, 6. Jahrg., 1891.
Schottländer, J., Beitrag zur Kenntnis der Follikelatresie nebst einigen Bemerkungen über die unveränderten Follikel in den Eierstöcken der Säugetiere in: Arch. mikr. Anat., 37. Bd., 1891.
— Ueber den Graaf'schen Follikel, seine Entstehung beim Menschen und seine Schicksale bei Mensch und Säugetieren in: Arch. mikr. Anat., 41. Bd., 1893.
Sobotta, J., Beiträge zur vergleichenden Anatomie und Entwickelungsgeschichte der Uterusmuskulatur in: Arch. mikr. Anat., 38. Bd., 1891.
— Ueber die Bildung des Corpus luteum bei der Maus in: Arch. mikr. Anat., 47. Bd., 1896.
— Ueber die Bildung des Corpus luteum beim Kaninchen in: Anat. Hefte, Abt. 1, 8. Bd., 1897.
Strahl, H., Untersuchungen über den Bau der Placenta in: Arch. Anat. Physiol. Anat. Abt., 1889.
— Die menschliche Placenta in: Ergebn. Anat. u. Entwickl., 2. Bd., 1892.
Turner, Observations on the Structure of the human placenta. The Journal of Anat. a. Physiol., Vol. VII., 1873.
Waldeyer, W., Eierstock und Ei, Leipzig 1870.
— Eierstock und Nebeneierstock in: Handb. Lehre von den Geweben, Stricker, 1871.
— Ueber Placentarkreislauf des Menschen, Sitz.-Ber. Akad. Wiss. Berlin 1887.

Skelettsystem: siehe Gewebe der Bindesubstanzen.

Muskelsystem: siehe Muskelgewebe.

Nervensystem.

Deiters, O., Untersuchungen über Gehirn und Rückenmark des Menschen und der Säugetiere. Nach dem Tode des Verfassers herausgegeben von Max Schultze, Braunschweig 1865.
Dogiel, A. S., Der Bau der Spinalganglien bei den Säugetieren, Anat. Anz. 12. Jahrg., 1896 und Internat. Monatsschrift, Anat. Phys., Bd. 14., 1897.
Edinger, L., Vorlesungen über den Bau der nervösen Zentralorgane, Leipzig 1896.
Gehuchten, A. van, Le système nerveux de l'homme, Louvain, II édit. 1897.
Gerlach, J., Von dem Rückenmark in: Handbuch Lehre von den Geweben, Stricker, Leipzig 1871—72.
Golgi, Untersuchungen über den feineren Bau des zentralen und peripherischen Nervensystems, Deutsch v. R. Teuscher, Jena 1894.
Kadyi, H., Ueber die Blutgefässe des menschlichen Rückenmarkes, Anat. Anz., 1. Jahrg., 1886 und in einer ausführlichen Monographie, Lemberg 1889.
Key, Axel und **Retzius,** G., Studien in der Anatomie des Nervensystems und des Bindegewebes, 1. Hälfte, Stockholm 1875 und 2. Hälfte, I. Abt., Stockholm 1876.
Krause, R., Untersuchungen über den Bau des Zentralnervensystems der Affen, I. Neuroglia des Affenrückenmarkes, Abh. Akad. Wiss. Berlin 1899.
Lenhossék, M. v., Ursprung, Verlauf und Endigung der sensiblen Nervenfasern bei Lumbricus, Arch. mikr. Anat., 39. Bd., 1892.
Beiträge zur Histologie des Nervensystems und der Sinnesorgane, Wiesbaden 1894.

Lenhossék, M. v., Der feinere Bau des Nervensystemes im Lichte neuester Forschungen, II. Aufl., Berlin 1895.
Meynert, Th., Vom Gehirne der Säugetiere in: Handb. Lehre von den Geweben, Stricker, Leipzig 1872.
Obersteiner, H., Anleitung beim Studium des Baues der nervösen Zentralorgane im gesunden und kranken Zustande, 3. Aufl., Leipzig 1896.
Ramón y Cajal, S., Neue Darstellung vom histologischen Bau des Zentralnervensystems in: Arch. Anat. u. Physiol. Anat. Abt. 1893.
— Les nouvelles idées sur la Structure du système nerveux chez l'homme et chez les vertébrés, Paris 1894.
Ranvier, L., Leçons sur l'histologie du système nerveux, Tome 1 et 2, 1878.
Reinke, J., Beiträge zur Histologie des Menschen, 2. Folge Ueber die Neuroglia in der weissen Substanz des Rückenmarkes vom erwachsenen Menschen in: Arch. mikr. Anat., 50. Bd., 1897.
Waldeyer, W., Ueber einige neuere Forschungen im Gebiete der Anatomie des Zentralnervensystems in: D. med. Wochenschr.. 17. Jahrg., 1891.
Weigert, C., Beiträge zur Kenntnis der normalen menschlichen Neuroglia in: Festschrift zum 50jährigen Jubiläum des ärztl. Vereins zu Frankfurt a. M., Abh. Senkenb. Ges. Frankfurt a. M, 1895.
Ziehen, Th., Zentralnervensystem in: v. Bardelebens Handbuch der Anatomie 1899.

Nervenendigungen.

Bonnet, R., Studien über die Innervation der Haarbälge der Haustiere in: Morph. Jahrb., Bd. 4, 1878.
Carrière, J., Kurze Mitteilungen zur Kenntnis der Herbst'schen und Grandry-schen Körperchen in dem Schnabel der Ente in: Arch. mikr. Anat., 21. Bd., 1882.
Dogiel, A. S., Die Nervenendigungen in Meissner'schen Tastkörperchen, Internat. Monatsschrift Anat. Physiol., Bd. 9, 1891.
-- Die Nervenendigungen in Tastkörperchen, Arch. Anat. u. Physiol. Anat. Abt. 1891.
Elmer, Th., Die Schnauze des Maulwurfs als Tastwerkzeug, Arch. mikr. Anat., Bd. 7.
Föttinger, Al., Sur les terminaisons des nerfs dans les insectes, Arch. Biol., Tome 1, 1880.
Gehuchten, A. van, Les terminaisons nerveuses intra-épidermiques chez quelques mammifères in: La Cellule, Tome 9, 1893.
Izquierdo, V., Beiträge zur Kenntnis der Endigung der sensiblen Nerven, Inaug.-Diss. Strassburg 1879.
Kallius, E., Nervenendigungen in Drüsen in: Ergebn. Anat. u. Entwickel. Merkel-Bonnet, Bd. 4, 1895.
— Endigungen sensibler Nerven bei Wirbeltieren in: Ergebn. Anatomie und Entwickel. Merkel und Bonnet, Bd. 5, 1896
— Endigungen motorischer Nerven in der Muskulatur der Wirbeltiere in: Ergebn. Anat. u. Entwickel. Merkel-Bonnet, Bd. 6, 1897.
Krause, Die terminalen Körperchen der einfach sensiblen Nerven, Hannover 1860.
— Die Nervenendigungen in den Muskeln in: Internat. Monatsschr. Anat. Hist., 1. Bd., 1880.
— Nervenendigungen in den Froschmuskeln in: Internat. Monatsschr. Anat. Hist., 5. Bd., 1881.
Kühne, W., Neue Untersuchungen über die motorische Nervenendigung in: Zeitschr. Biol München, 23. Bd., 1886
Merkel, Fr., Tastzellen und Tastkörperchen bei d. Haustieren u. b. Menschen, Arch. mikr. Anat., 11 Bd., 1876.
· Ueber die Endigungen der sensiblen Nerven in der Haut d. Wirbeltiere, Rostock 1880
Ranvier, L., Leçons d'anatomie générale. Terminaisons nerveuses sensitives. Cornée, Paris 1881.
Ruffini, A., Sur un nouvel organe nerveux terminal in: Arch. Ital. Biol., Tome 21, 1894.

Smirnow, Al., Ueber die sensiblen Endigungen im Herzen bei Amphibien u. Säugetieren, Anat. Anz. 10. Jahrg., 1895.
Szymonowicz, Beiträge zur Kenntnis der Nervenendigungen in Hautgebilden: a) Ueber den Bau und Entwickelung der Nervenendigungen in der Schnauze des Schweines; b) die Nervenendigungen in den Tasthaaren, Arch. mikr. Anat., 45. Bd., 1895.
— Ueber den Bau und Entwickelung der Nervenendigungen im Entenschnabel, Arch. mikr. Anat., 48. Bd., 1896.

Haut.

Bauer, K., Beiträge zur Kenntnis der menschlichen Haut (Talgdrüsen). Morphol. Arbeiten von G. Schwalbe, Bd. III, 1894.
Biesiadecki, A., Haut, Haare und Nägel in: Handb. Lehre von d. Geweben Stricker, Leipzig 1871.
Brunn, A. v., Haut in: v. Bardelebens Handbuch der Anatomie des Menschen Bd. 5, 1. Abt., Jena 1897.
Ernst, P., Studium über normale Verhornung mit Hilfe d. Gram'schen Methode. Arch. mikr. Anat., 47. Bd., 1896.
Götte, A., Zur Morphologie der Haare in: Arch. mikr. Anat., Bd. 4, 1868.
Günther, M., Haarknopf und innere Wurzelscheide der Säugetierhaare. Inaug.-Diss., Berlin 1895.
Karg, Studien über transplantierte Haut in: Arch. Anat. u. Physiol. Anat. Abt., 1888.
Langerhans, P., Ueber die Nerven der menschlichen Haut in: Arch. Path. Anat., 46. Bd., 1868.
Mertsching, A., Beiträge zur Histologie des Haares und Haarbalges in: Arch. mikr. Anat., 31. Bd., 1887.
Michaelis, L., Beiträge zur Kenntnis der Milchsekretion. Arch. mikr. Anat., 51. Bd., 1898.
Rabl, H., Ueber Verhornung: Verhandlg. der anat. Ges., 1896.
— Untersuchungen über die menschliche Oberhaut und ihre Anhangsgebilde mit besonderer Rücksicht auf d. Verhornung. Arch. mikr. Anat., 48. Bd., 1896.
Rosenstadt, Bau der Talgdrüsen. Internationale Monatsschrift, 9. Bd. 1892.
Spalteholz, W., Die Verteilung der Blutgefässe in der Haut in: Arch. Anat. u. Physiol. Anat. Abt. 1893.
Stieda, L., Ueber Haarwechsel. Biol. Centralbl., Bd. 7, 1887.
Waldeyer, W. Untersuchungen über Histogenese der Horngebilde, insbesondere der Haare und Federn in: Beitr. Anat. Embryol. Festgabe Jakob Henle, Bonn 1882.

Sehorgan.

Cohnheim, J., Ueber die Endigungen der sensiblen Nerven in der Hornhaut in: Arch. Path. Virchow, 38. Bd., 1867.
Dimmer, F., Beiträge zur Anatomie und Physiologie der Macula lutea, Wien 1894.
Dogiel, A. S., Ueber die nervösen Elemente in der Retina des Menschen. 1. Mitt., Arch. mikr. Anat., 38. Bd., 1891.
— Ueber die nervösen Elemente in der Retina des Menschen. 2. Mitt. Arch. mikr. Anat., 40. Bd., 1892.
— Neuroglia der Retina des Menschen. Arch. mikr. Anat. 41. Bd., 1893.
— Nerven der Thränendrüse, Arch. mikr. Anat., 42. Bd., 1893.
— Die Nervenendigungen am Lidrande und in d. Conjunctiva palpebrarum des Menschen. Arch. mikr. Anat., 44. Bd., 1894.
— Die Retina der Vögel. Arch. mikr. Anat., 44. Bd., 1894.
— Ueber die Struktur der Nervenzellen der Retina. Arch. mikr. Anat. 46. Bd., 1895.
Flemming, W., Ueber das Fehlen einer Querschichtung in den Kernen der menschlichen Stäbchensehzellen. Arch. mikr. Anat., 51. Bd., 1898.
Kallius, E., Untersuchungen über die Netzhaut der Säugetiere. Anat. Hefte, I. Abt. H. X, 1894.

Krause, W., Die Retina; in verschiedenen Jahrgängen der internat. Monatsschr. f. Anat. Physiol.
Leber, Th., Die Blutgefässe des Auges in: Handb. Lehre von den Geweben. Stricker, Leipzig 1872.
— Der gegenwärtige Stand unserer Kenntnisse vom Flüssigkeitswechsel des Auges in: Ergebnisse Anat. und Entwickl. Merkel und Bonnet, 4. Bd., 1895.
Lenhossék, M. v., Die Nervenendigungen in den Maculae und Cristae acusticae in: Beiträge zur Histologie des Nervensystemes und der Sinnesorgane, Wiesbaden 1894.
Niemack, J., Maculae und Cristae acusticae mit Ehrlichs Methylenblaumethode. Anat. Hefte, 1. Abt, H. V, 1892.
Pfitzner, W., Ueber das Epithel der Conjunctiva. Zeitschrift für Biologie, Bd. 24, 1897.
Ramón y Cajal, S., La rétine des vertébrés in: La cellule, Tome 9, 1893.
— Dasselbe deutsch von R. **Greeff:** Die Retina d. Wirbeltiere. Wiesbaden 1894.
Retzius, G., Ueber den Bau des Glaskörpers und der Zonula Zinnii in dem Auge des Menschen und einiger Tiere. Biolog. Untersuchungen, N. F. 6. Bd., 1894.
Rollet, Al., Ueber die Hornhaut in: Handbuch, Lehre von den Geweben. Stricker, Leipzig 1871.
Schoen, W., Zonula und Ora serrata. Anat. Anz., 10. Jahrg., 1895 und Arch. Anat. u. Physiol. 1895.
— Der Uebergangssaum der Netzhaut oder die sogenannte Ora serrata in: Arch. Anat. u. Physiol. Anat. Abt., 1895.
Schaper, A., Zur Histologie der menschlichen Retina. Arch. mikrosk. Anat. 41. Bd., 1893.
— Bemerkung zur Struktur der Kerne der Stäbchen-Sehzellen der Retina. Anat. Anz., 15. Jahrg., 1899.
— Noch einmal zur Struktur der Kerne der Stäbchen-Sehzellen der Retina. Anat. Anz., 16. Jahrg., 1899.
Schultze, M., Die Retina in: Handb. Lehre von den Geweben. Stricker, Leipzig 1872.
Schwalbe, G., Die Lymphbahnen des Auges in: Handb. Lehre von den Geweben. Stricker, Leipzig 1872.
Smirnow, A., Ueber die Zellen der Descemet'schen Haut d. Cornea bei Vögeln in: Protokoll Ges. Naturf., Univ. Kasan (Beilage) Nr. 101, (russisch), 1888.
Stöhr, Ph., Ueber die Querschichtung in den Kernen der menschlichen Stäbchensehzellen. Anat. Anz., 16. Jahrg., 1899.
Zander, R., Ueber die sensiblen Nerven der Augenlider in: Sitz.-Ber. der biolog. Sektion d. phys. ökon. Ges. zu Königsberg, 1897, April.

Gehörorgan.

Dupuis, A., Die Cortische Membran. Anat. Hefte, 1. Abt., H. X, 1894.
Retzius, Das Gehörorgan d. Wirbeltiere. 2. Bd. (Reptilien, Vögel und Säuger.) Stockholm 1884.
Rüdinger, N., Beiträge und Histologie des Gehörorgans. München 1870.
— Das häutige Labyrinth in: Handb. Lehre von den Geweben, Stricker, Leipzig 1872.
— Die Ohrtrompete in: ibid., Leipzig 1872.
— Ueber die Abflusskanäle der Endolymphe des inneren Ohres in: Sitz.-Ber. Akad., München 1888.
Schwalbe, G., Das äussere Ohr in: v. Bardeleben's Handb. d. Anat. des Menschen. Jena 1898.
Siebenmann, F., Die Blutgefässe des menschlichen Labyrinthes, Wiesbaden 1893.
— Mittelohr und Labyrinth in: v. Bardeleben's Handb d. Anat des Menschen, Jena 1898.
Waldeyer, W., Hörnerv und Schnecke in: Handb. Lehre von d. Geweben. Stricker, Leipzig 1872.

Geschmacks- und Geruchsorgan.

Brunn, A v., Beiträge zur mikroskopischen Anatomie der menschlichen Nasenhöhle in: Arch. mikr. Anat., 39. Bd., 1892.

Dogiel, A., Ueber die Drüsen der Regio olfactoria in: Arch. mikrosk. Anat. 26. Bd., 1885.

Ebner, V. v., Ueber die Spitzen der Geschmacksknospen in: Sitz.-Ber. Akad. Wien 3. Abt., 106. Bd., 1872.

Hermann, F., Beitrag zur Entwickelungsgeschichte des Geschmacksorgans des Kaninchens in: Arch. mikr. Anat., 24. Bd., 1885.

— Studien über den feineren Bau des Geschmacksorgans in: Sitz.-Ber. Akad., München 1888.

Lenhossék, M. v., Die Geschmacksknospen in den blattförmigen Papillen der Kaninchenzunge in: Verh. Phys. Med. Ges., Würzburg, (N. F.), Bd. 27, 1894.

Rabl, H., Zur Morphologie der Geschmacksknospen auf der Epiglottis. Anat. Anz., 11. Jahrg.

Hand- und Lehrbücher der Histologie und mikroskopischen Anatomie, sowie der mikroskopischen Technik.

Behrens, W., Tabellen zum Gebrauch bei mikrosk. Arbeiten III. Aufl. Braunschweig 1898.

Behrens, W., **Kossel** A. und **Schiefferdecker** P., Die Gewebe des menschlichen Körpers und ihre mikroskopische Untersuchung. I. Band: Das Mikroskop und die Methoden der mikroskopischen Untersuchung, Braunschweig 1889. II. Band, 1. Abt.: Gewebelehre mit besonderer Berücksichtigung des menschlichen Körpers, Braunschweig 1891.

Bergh, R. S., Vorlesungen über die Zelle und die einfachen Gewebe des tierischen Körpers, Wiesbaden 1894.

Böhm, A. A. u. **Davidoff,** M. v., Lehrbuch der Histologie des Menschen, einschliesslich der mikrosk. Technik, II. Aufl., Wiesbaden 1898.

Böhm, A. u. **Oppel** A., Taschenbuch der mikroskopischen Technik, IV. Aufl., München 1900.

Dippel, L., Das Mikroskop u. seine Anwendung. I. T.: Handbuch d. allgem. Mikroskopie, 2. Aufl., Braunschweig 1882. II. T. 2. Aufl., 1898.

Duval, M., Précis d'histologie, II Ed., Paris.

Fol, H., Lehrbuch der vergleichenden mikrosk. Anatomie mit Einschluss der vergleichenden Histologie und Histogenie (enthält nur die Technik u. die Zelle), Leipzig 1896.

Hertwig, O., Die Zelle und die Gewebe. Grundzüge der allgemeinen Anatomie und Physiologie. I T. Jena 1893, II. T. Jena 1898.

Kölliker, A., Handbuch der Gewebelehre des Menschen. 6. Aufl. Leipzig. 1. Bd.: Die allg. Gewebelehre und die Systeme der Haut, Knochen und Muskeln, 1889. 2. Bd.: Nervensystem des Menschen und der Tiere, 1896. 3. Bd. (von V. v. Ebner), I. Hälfte: Verdauungs- und Geschmacksorgane, Milz, Respirationsorgane, Schilddrüse, Thymus, Carotidenknötchen, Harnorgane, Nebennieren 1899.

Lee, A. B. und **Mayer,** P., Grundzüge d. mikroskopischen Technik, Berlin 1898.

Ranvier, L., Traité technique d'histologie, II Ed., Paris 1889.

Renaut, J., Traité d'histologie pratique, Tome 1, Paris 1893, Tome 2, Paris 1897—1899.

Stöhr, Ph., Lehrbuch der Histologie u. der mikroskopischen Anatomie des Menschen mit Einschluss der mikrosk. Technik, VIII. Aufl., Jena 1898.

Stricker, S., Handbuch der Lehre von den Geweben, herausgegeben von, Leipzig, Bd. I., 1871, Bd. II., 1872.

Toldt, C., Lehrbuch der Gewebelehre mit vorzugsweiser Berücksichtigung des menschlichen Körpers. III. Aufl., Stuttgart 1888.

Zimmermann, A., Das Mikroskop. Ein Leitfaden für wiss. Mikroskopie, Leipzig und Wien 1895.

Wichtigere
Zeitschriften und periodische Erscheinungen.

Anatomischer Anzeiger. Zentralblatt für die gesamte wissenschaftliche Anatomie, herausgegeben von K. v. Bardeleben. Jena.
Anatomische Hefte. Referate und Beiträge zur Anatomie und Entwickelungsgeschichte, herausgegeben von Fr. Merkel und R. Bonnet. Wiesbaden. I Abteilung: Arbeiten aus den anatomischen Instituten.
— II. Abteilung: Ergebnisse der Anatomie und Entwickelungsgeschichte.
Archiv für Anatomie und Physiologie, herausgegeben von W. His und Th. W. Engelmann. Leipzig.
Archiv für mikroskopische Anatomie und Entwickelungsgeschichte, herausgegeben von O. Hertwig, la Valette St. George und W. Waldeyer. Bonn.
Internationale Monatsschrift für Anatomie und Physiologie, herausgegeben von Schäfer, Testut und Kopsch. Leipzig.
Jahresberichte über die Fortschritte der Anatomie und Entwickelungsgeschichte, herausgegeben von G. Schwalbe. Jena.
Morphologisches Jahrbuch. Eine Zeitschrift für Anatomie und Entwickelungsgeschichte, herausgegeben von C. Gegenbaur. Leipzig.
Zeitschrift für wissenschaftliche Mikroskopie und mikroskopische Technik, herausgegeben von W. J. Behrens. Braunschweig.

Autoren-Register.

Sachregister.

F.

H.

I. J.



Fig. 5.

Fig. 6.

Fig. 7.

Fig. 8.

Fig. 9.

Fig. 10.

Fig. 11.

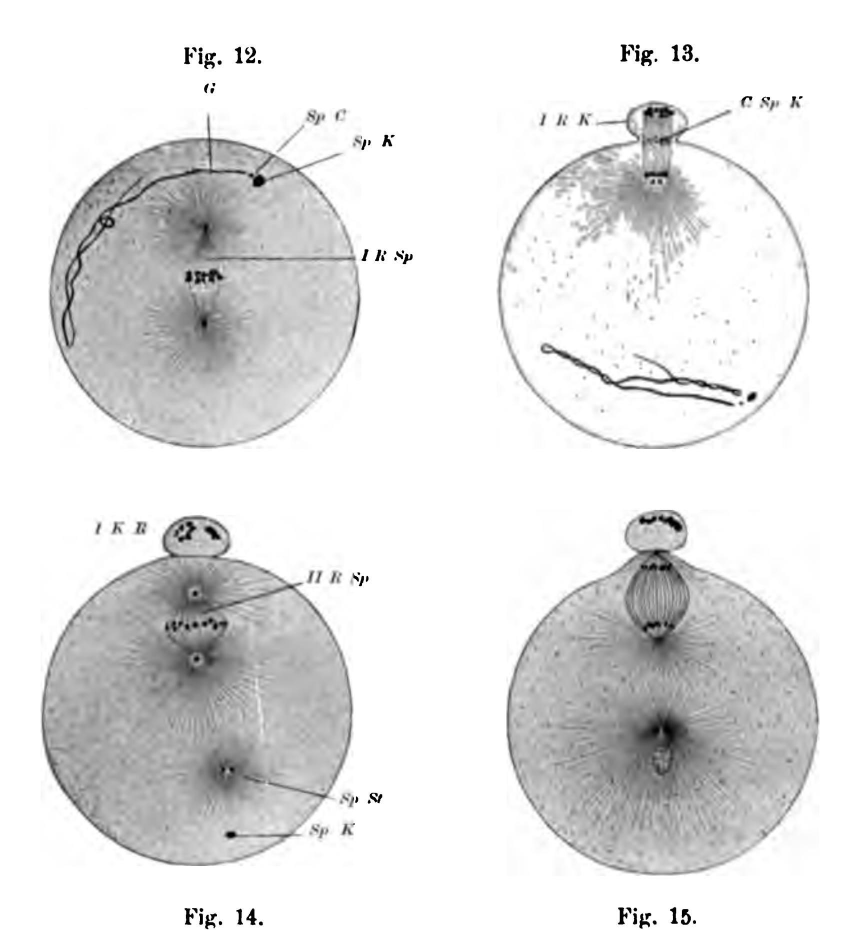
Figg. 5—11.

Halbschematische Darstellung des Zell- und Kernteilungsprozesses bei Ascaris megalocephala, nach Kostanecki.

Fig. 5. Ruhende Zelle. Fig. 6. Centrosom erlag der Teilung. Fig. 7. Prophase — die Centrosomen lagern sich an den Polen, die Strahlung sehr stark entwickelt — das Chromatin des Kerns zerfiel in vier Chromosomen. Fig. 8. Muttersternstadium. — Chromosomen im Äquator gelagert. Fig. 9. Metaphase. — Die längs gespaltenen Chromosomenschleifen entfernen sich gegen die Pole zu. Fig. 10. Anaphase. — Der Zelleib beginnt sich zu teilen. Fig. 11. Die Teilung des Zelleibes bereits beinahe abgeschlossen. Die Zentralspindel giebt den Anfang dem späteren Zwischenkörper. Die Kerne übergehen in das Stadium der Knäuel.

A. Stuber's Verlag (C. Kabitzsch) Würzburg.





Figg. 12—15.

Acht Stadien der Befruchtung bei Physa fontinalis, nach Kostanecki und Wierzejski.

Fig. 12. **Muttersternstadium in Metakinese übergehend zum Zwecke der Bildung des ersten Richtungskörpers. Der Samenfaden ist in toto ins Ei eingedrungen.**

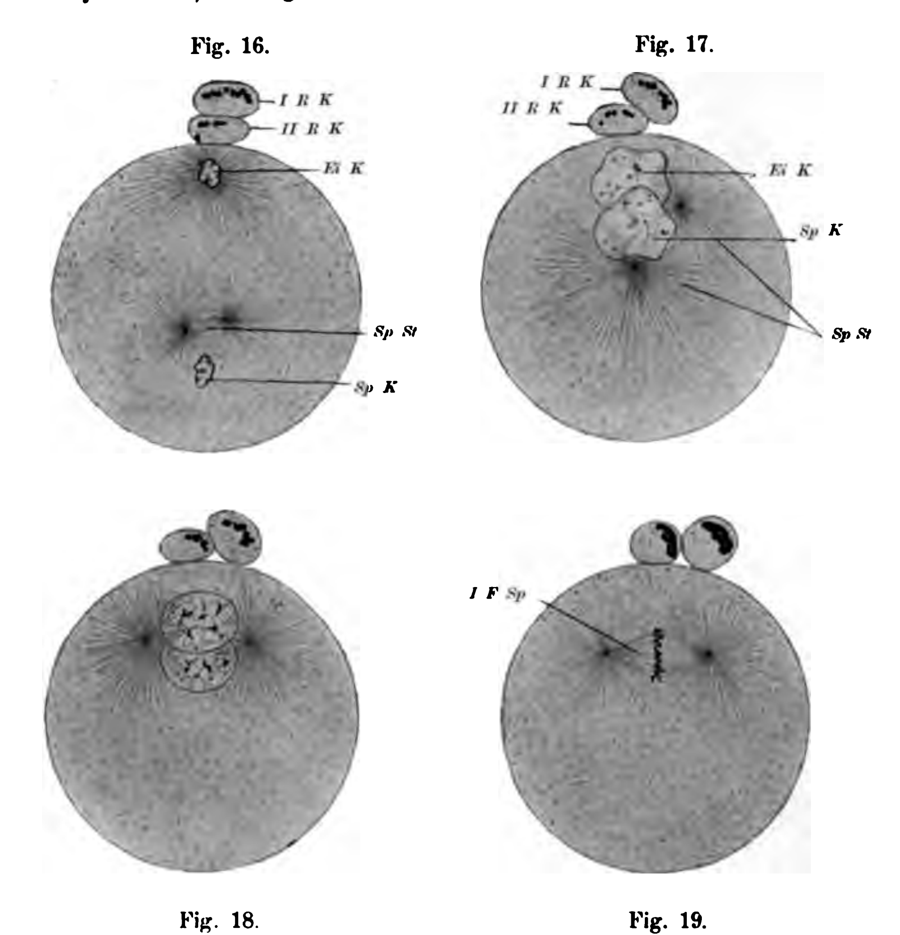
Fig. 13. **Bildung des ersten Richtungskörpers. Die Centrosomen am Eipol geteilt.**

Fig. 14. **Erster Richtungskörper gebildet. Muttersternstadium zum Zwecke der Bildung des zweiten Richtungskörpers. Die Spermastrahlung entfernt sich vom Spermakern. Die Centrosomen sind durch eine minimale Zentralspindel verbunden.**

Fig. 15. **Die Bildung des zweiten Richtungskörpers — Spermastrahlung mit zwei Centrosomen dem bläschenförmigen Spermakern vorangehend.**

A. Stuber's Verlag (C. Kabitzsch) Würzburg.





Figg. 16—19.

Fig. 16. Oben zwei Richtungskörper, dann der bläschenförmig veränderte Eikern mit Resten der Eikernstrahlung. Die Spermastrahlung hat sich vergrössert.

Fig. 17. Eikern und Spermakern nähern sich einander. Die Spermastrahlung und die Centrosomen entfernen sich von einander.

Fig. 18. Eikern und Spermakern liegen dicht aneinander. Die Centrosomen haben sich zu beiden Seiten gelagert.

Fig. 19. Die Chromosomen des Ei- und Spermakerns haben das Muttersternstadium gebildet, um den zwei ersten Furchungszellen den Ursprung zu geben.

Erläuterungen der Buchstaben:

C Sp K = Centralspindelkörper.
Ei K = Eikern.
I F Sp = erste Furchungsspindel.
G = Geissel des Spermatozoons.
I R K = erstes Richtungskörperchen.
II R K = zweites Richtungskörperchen.
I R Sp = erste Richtungsspindel.
II R Sp = zweite Richtungsspindel.
Sp C = Spermacentrosom.
Sp K = Spermakern.
Sp St = Spermastrahlung.

A. Stuber's Verlag (C. Kabitzsch) Würzburg.



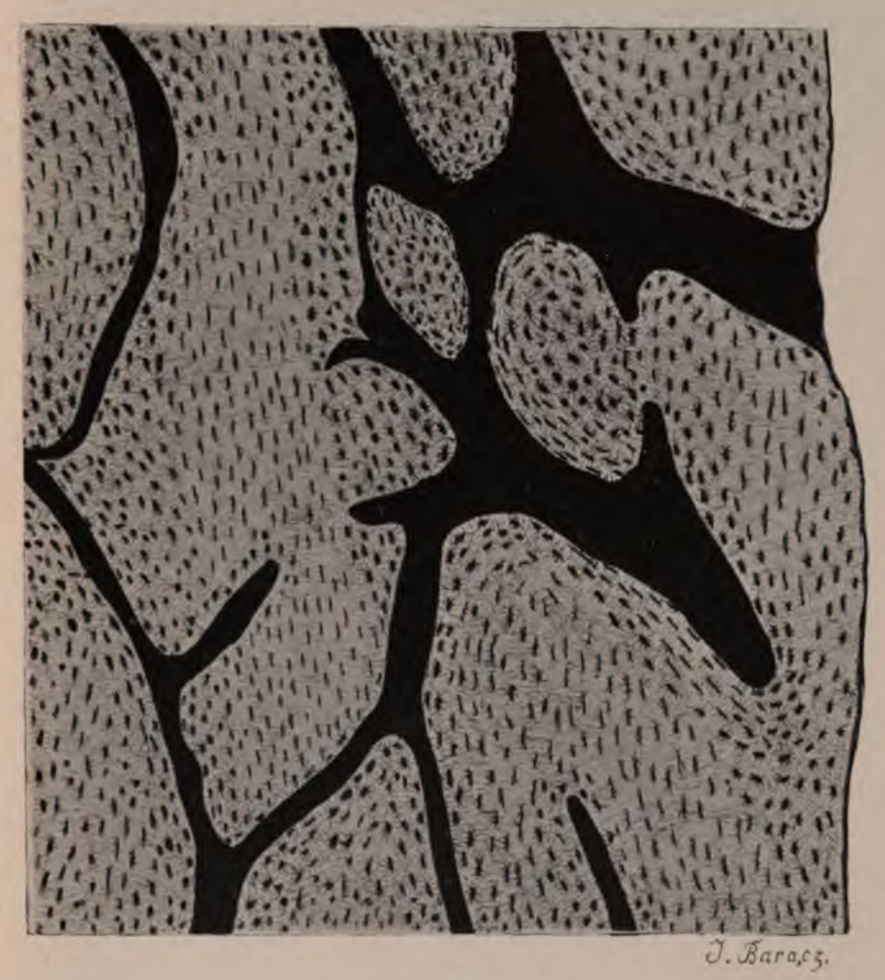


Fig. 38.

Aus einem Längsschliff durch die Diaphyse eines Röhrenknochens (Ulna) des Menschen.

Ca. 90 mal vergrössert. Alle Kanäle sind mit Farbstoff ausgefüllt, hier schwarz wiedergegeben. Havers'sche Kanäle sind längs durchschnitten.

A. Stuber's Verlag (C. Kabitzsch) Würzburg.



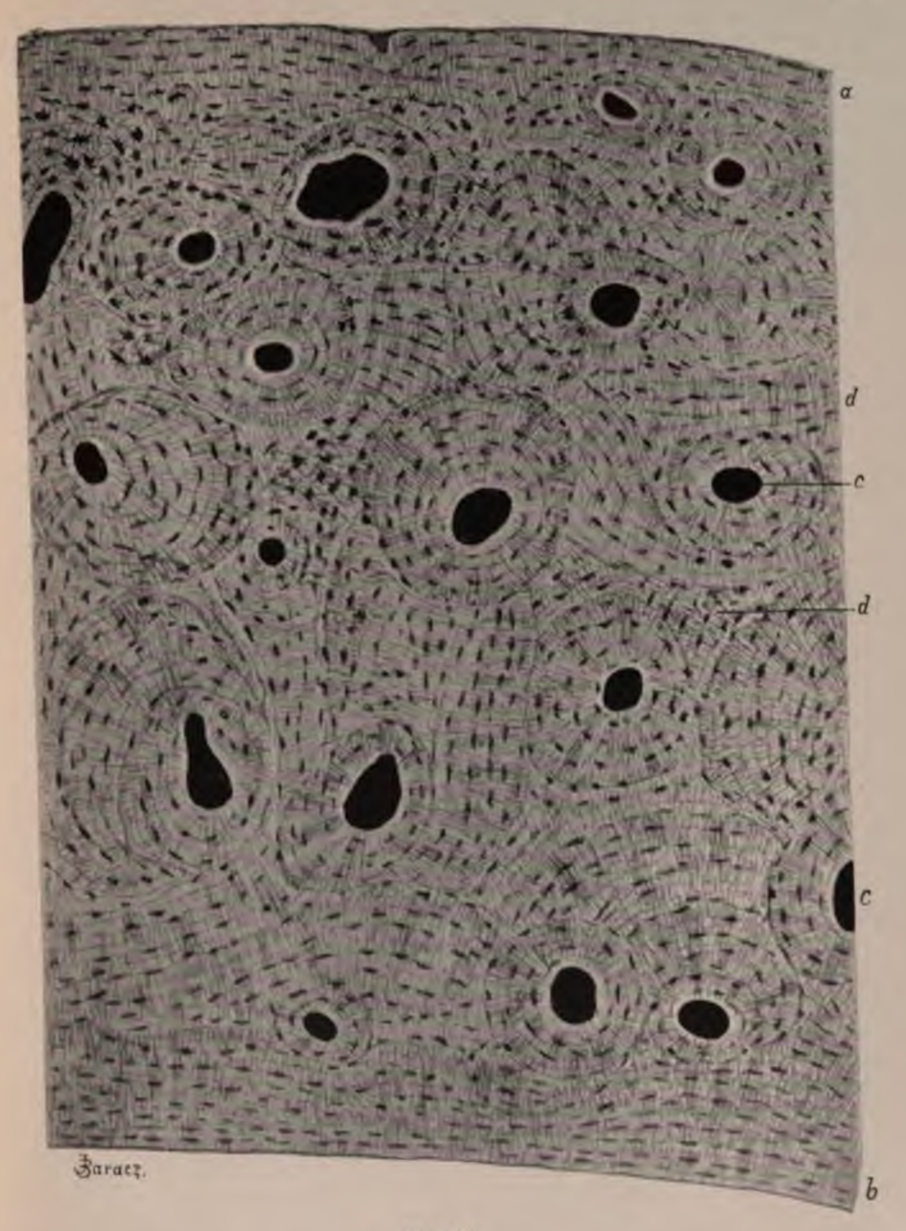


Fig. 39.

Aus einem Querschliffe durch die Diaphyse eines Röhrenknochens (Metatarsus) des Menschen.

Ca. 90 mal vergrössert. a) äussere Grundlamellen; b) innere Grundlamellen; c) Haverssche Lamellen; d) interstitielle Lamellen. Alle Kanäle und Knochenhöhlen sind mit Farbstoff ausgefüllt und schwarz wiedergegeben.

A. Stuber's Verlag (C. Kabitzsch) Würzburg.





Fig. 85.

Aus der Milz des Kaninchens.

Die Blutgefässe sind doppelt injiziert, die Venen blau, die Arterien rot. In der Mitte ist ein Malpighi'sches Körperchen getroffen. Ca. 100 mal vergrössert.

A. Stuber's Verlag (C. Kabitzsch) Würzburg.



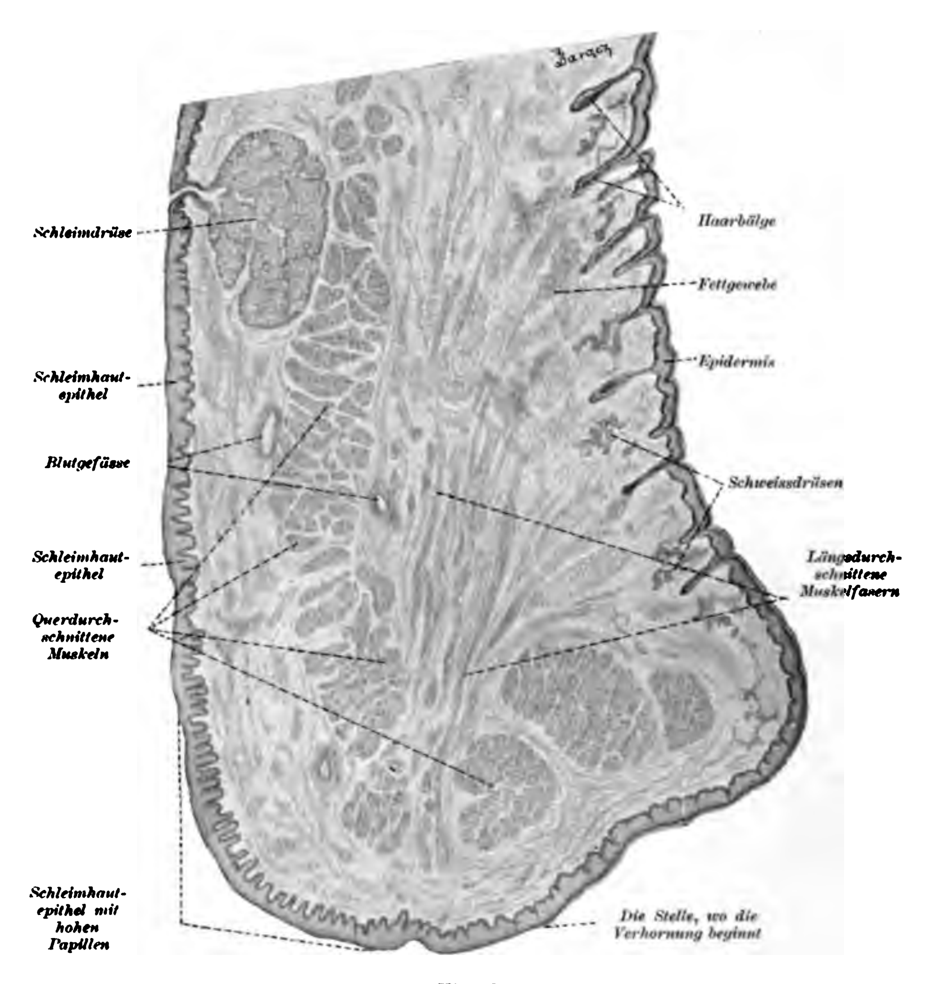


Fig 93.

Schnitt durch die Oberlippe eines $2^1/_2$ Jahre alten Kindes.

Ca. 14 mal vergrössert.

A. Stuber's Verlag (C. Kabitzsch) Würzburg.





Fig. 96.

Aus einem Längsschliffe des Seitenteiles der Krone eines menschlichen Eckzahnes.

Die mit Farbstoff gefüllten Zahnkanälchen teilweise zwischen die Schmelzprismen hineinlaufend. Interglobularraum mit violettem Farbstoff gefüllt, ist mit Zahnbeinkugeln begrenzt. Ca. 330 mal vergrössert.

A. Stuber's Verlag (C. Kabitzsch) Würzburg





Fig. 97.

Aus einem Querschliffe des Halses eines menschlichen Backzahnes.

Die Zahnkanälchen zeigen Teilungen und zahlreiche Verbindungen unter einander. Alle Zahnkanälchen sind mit Farbstoff imprägniert. Ca. 330 mal vergrössert.

A. Stuber's Verlag (C. Kabitzsch) Würzburg.



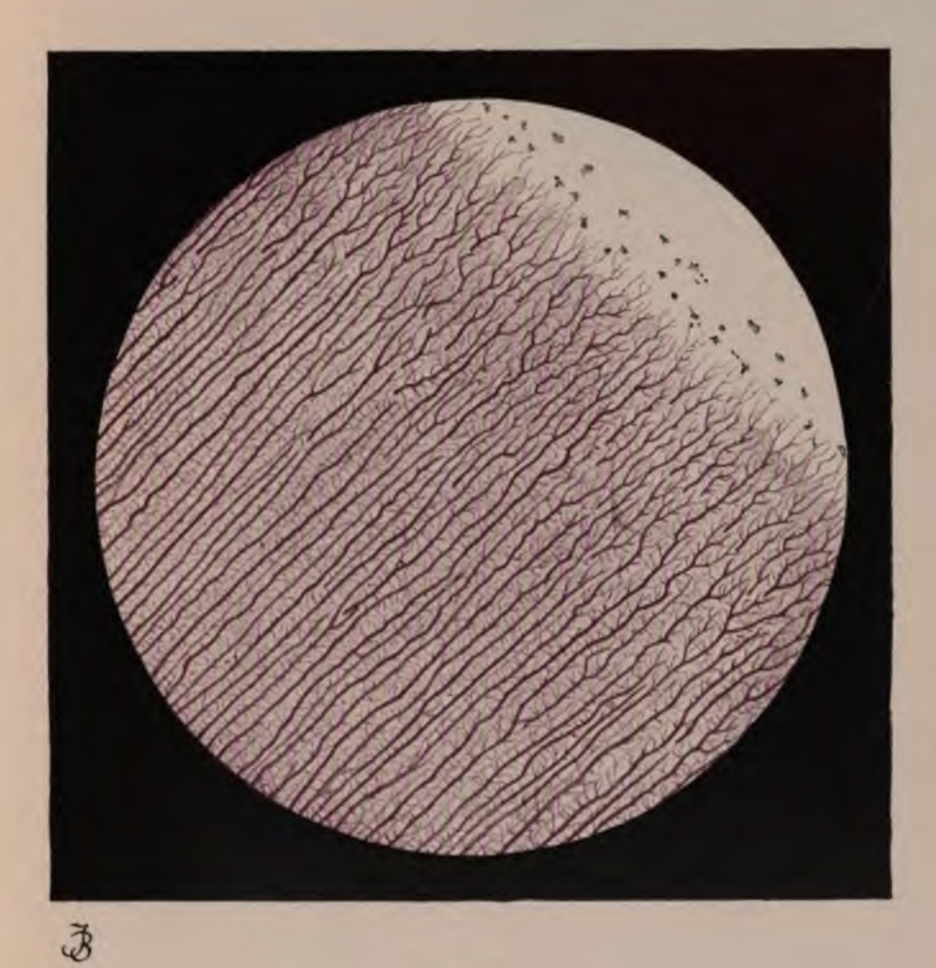


Fig. 98.

Aus einem Querschliffe der Wurzel eines menschlichen Backzahnes.

Die mit violettem Farbstoff gefüllten Zahnkanälchen zeigen zahlreiche Teilungen. Es sind auch kleine Interglobularräume der Körnerschicht zu sehen. Ca. 330 mal vergrössert.

A. Stuber's Verlag (C. Kabitzsch) Würzburg.





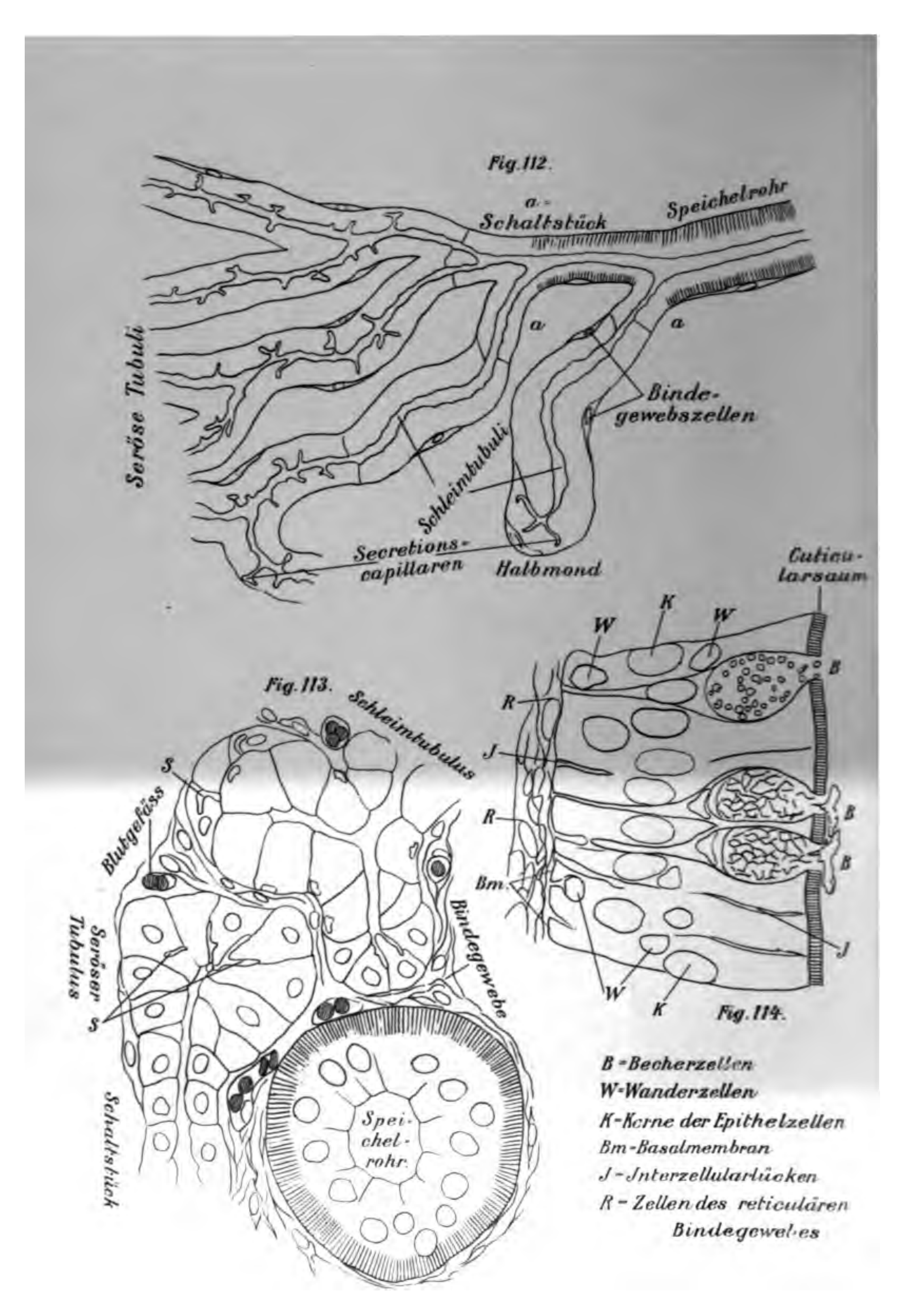


Fig. 112. Schema der Glandula submaxillaris des Menschen, nach R. Krause.

Fig. 113. Aus einem Schnitt durch die Glandula submaxillaris des Menschen. Färbung nach Biondi. Ca. 600 mal vergr. Nach einem Präparate von Dr. R. Krause.

Fig. 114. Aus einem Längsschnitt durch eine Darmzotte einer Katze. Ca. 1100 mal vergr.

Fig. 112.

Fig. 113.

Fig. 114.

Szymonowicz, Histologie.

J. Burgia ad nat. del.

Lith. Anst. v. Werner & Winter, Frankfurt a/M.

A. Stuber's Verlag (C. Kabitzsch), Würzburg.



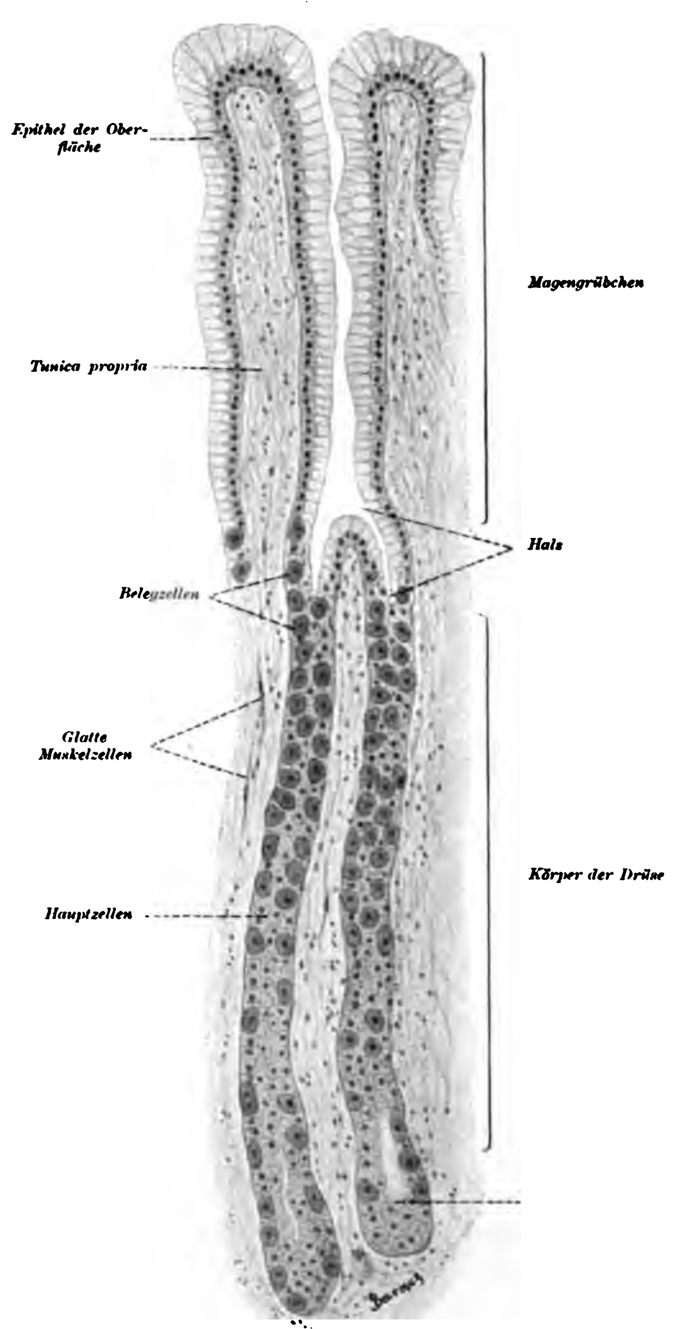


Fig. 117.
Aus einem senkrechten Schnitt durch die Magenschleimhaut der Fundusgegend des Menschen.
Ca. 250 mal vergrössert.

A. Stuber's Verlag (C. Kabitzsch) Würzburg.



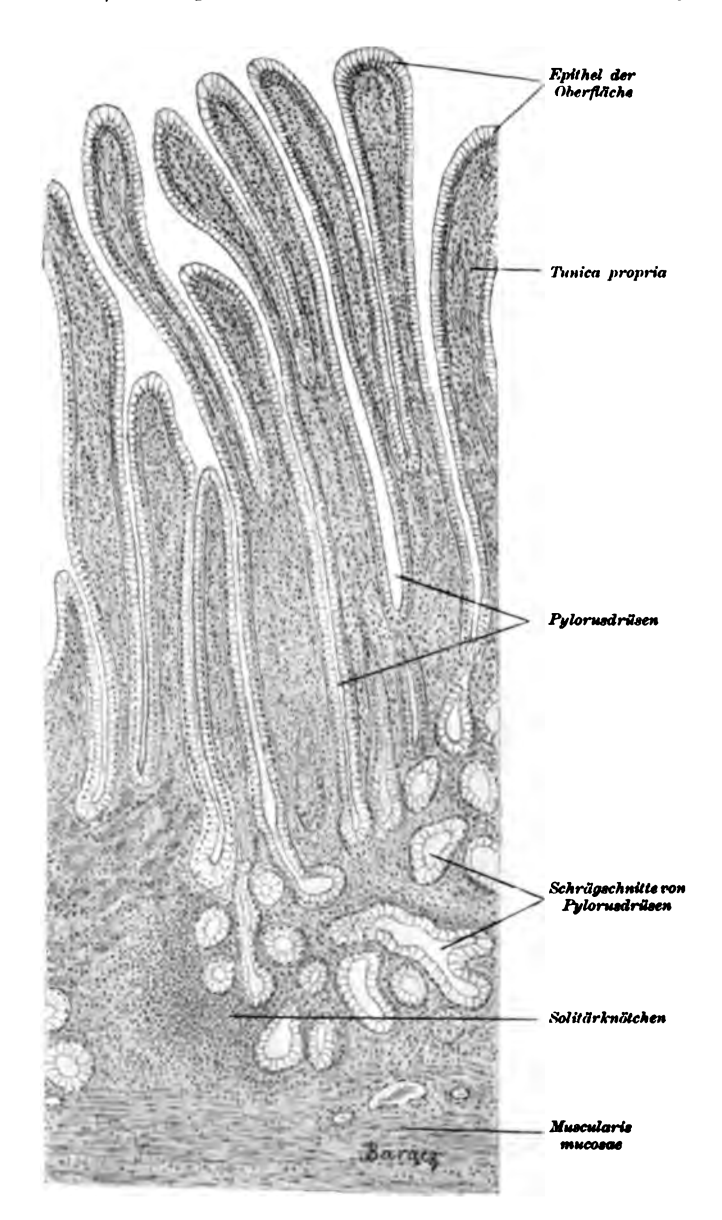


Fig. 121.

Aus einem senkrechten Schnitt durch die Magenschleimhaut der Pylorusgegend des Menschen.

Ca. 100 mal vergrössert.

A. Stuber's Verlag (C. Kabitzsch) Würzburg.



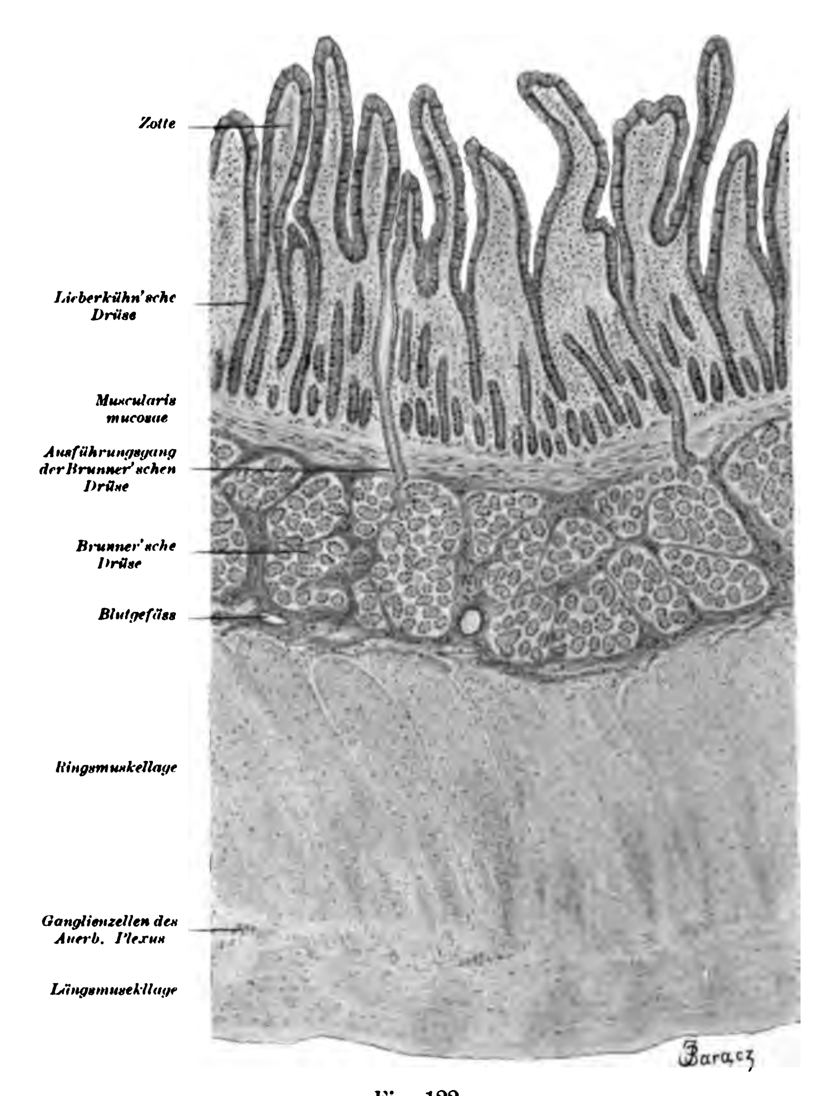


Fig. 122.

Aus einem Längsschnitte durch das Duodenum einer Katze.

34 mal vergrössert.

A. Stuber's Verlag (C. Kabitzsch) Würzburg.



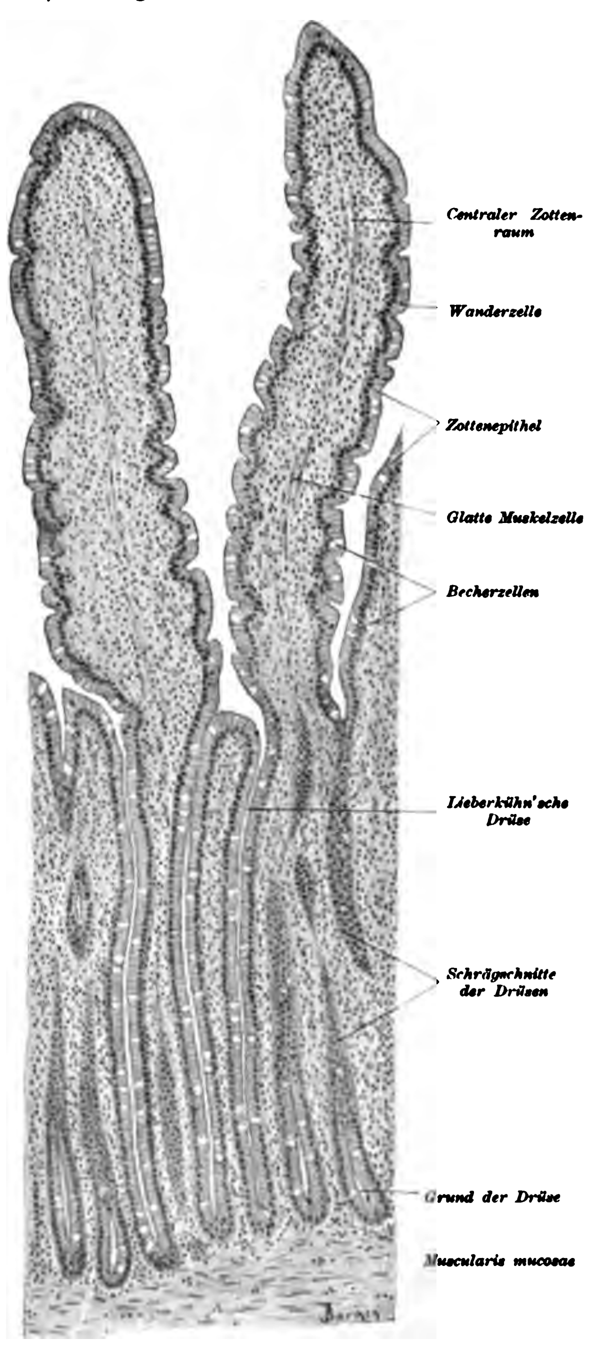


Fig. 123.
Senkrechter Schnitt durch die Schleimhaut des Jejunum einer Katze.
Ca. 115 mal vergrössert.

A. Stuber's Verlag (C. Kabitzsch) Würzburg.



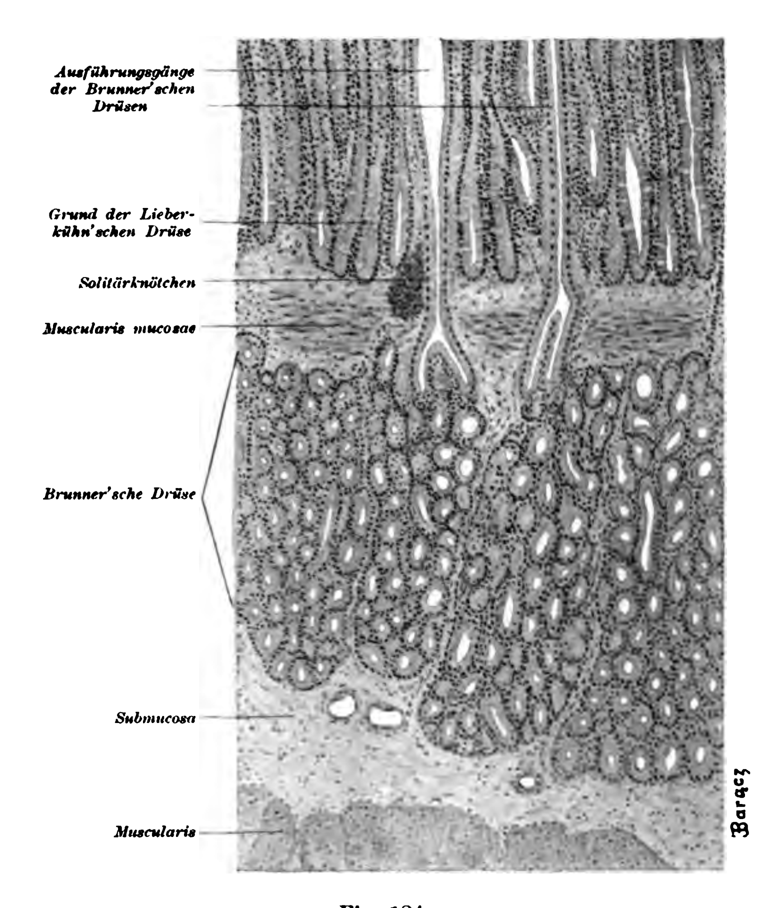


Fig. 124.

Aus einem Schnitt durch das Duodenum einer Katze.

Es ist die ganze Submucosa samt Brunner'schen Drüsen und angrenzende Partien der Mucosa und Muscularis zu sehen. Ca. 100 mal vergrössert.

A. Stuber's Verlag (C. Kabitzsch) Würzburg.



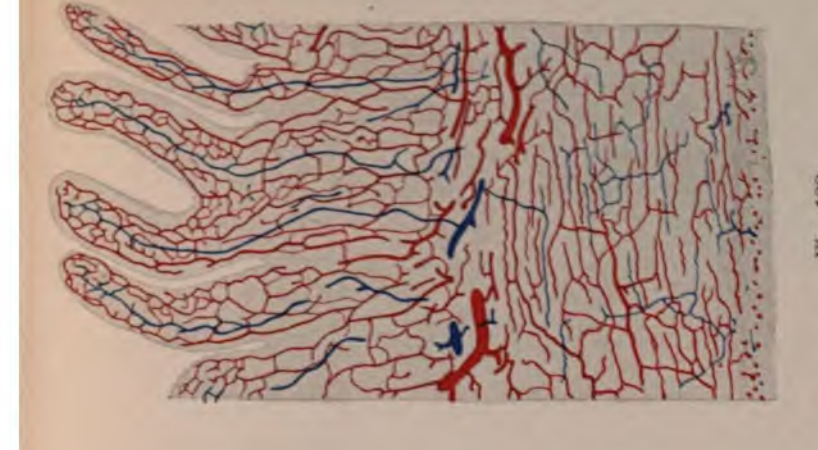


Fig. 128.
Aus einem Schnitte durch den injizierten Dünndarm des Kaninchens.
Die Arterien rot, die Venen blau injiziert.
Ca. 50 mal vergrössert.

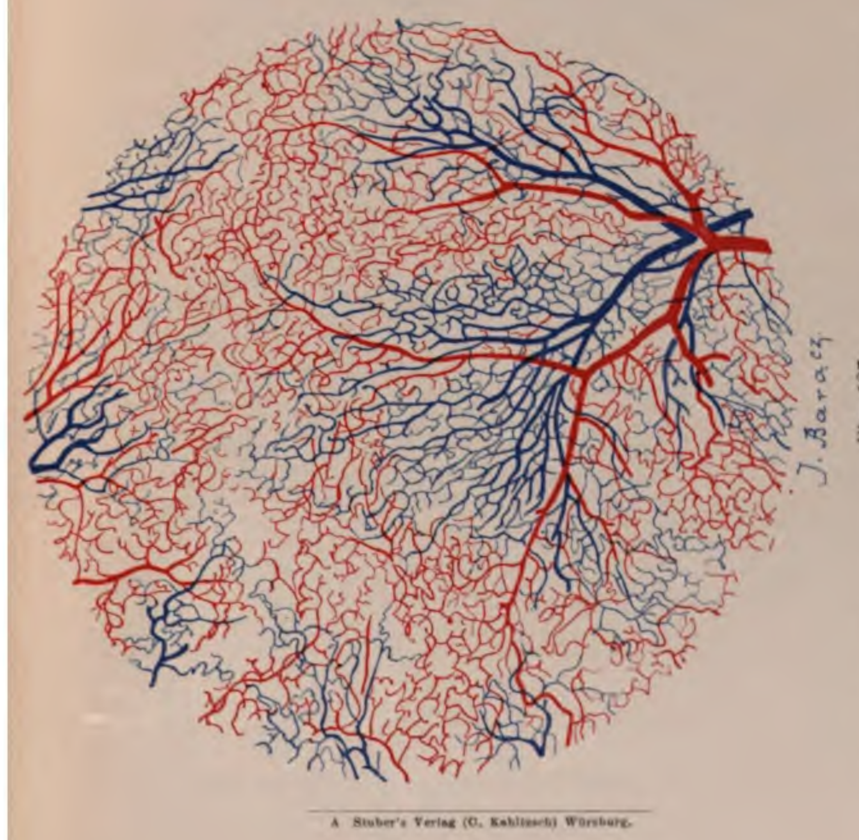


Fig. 127.
Aus einem Schnitt durch eine doppelt injizierte Submaxillaris des Kaninchens.
Die Arterien rot, die Venen blau injiziert. Ca. 100 mal vergrössert

A. Stuber's Verlag (C. Kabitzsch) Würzburg.



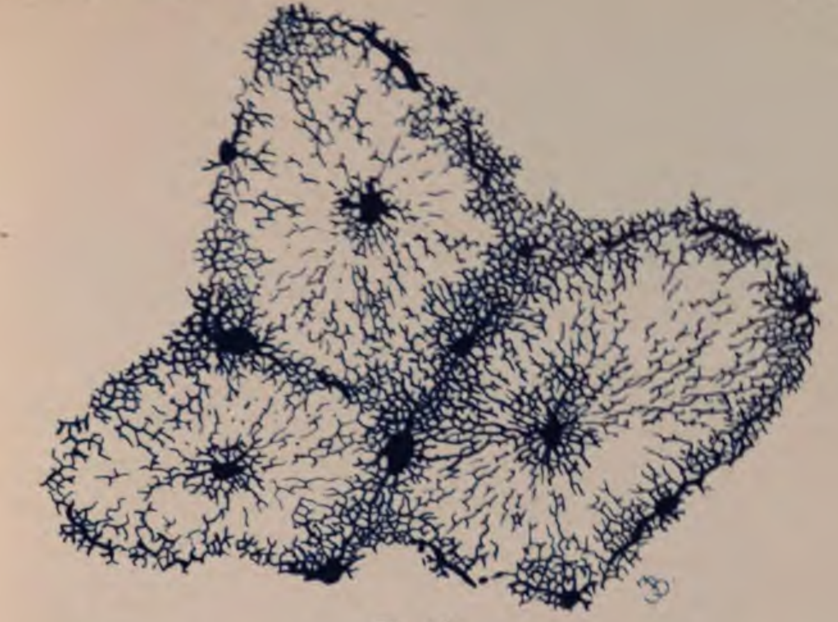


Fig. 136.

Blutgefässe von drei Leberläppchen des Kaninchens blau injiziert.

In der Mitte der Läppchen sind Venae centrales, an der Peripherie der Läppchen Venae interlobulares zu sehen. Ca. 60 mal vergrössert.

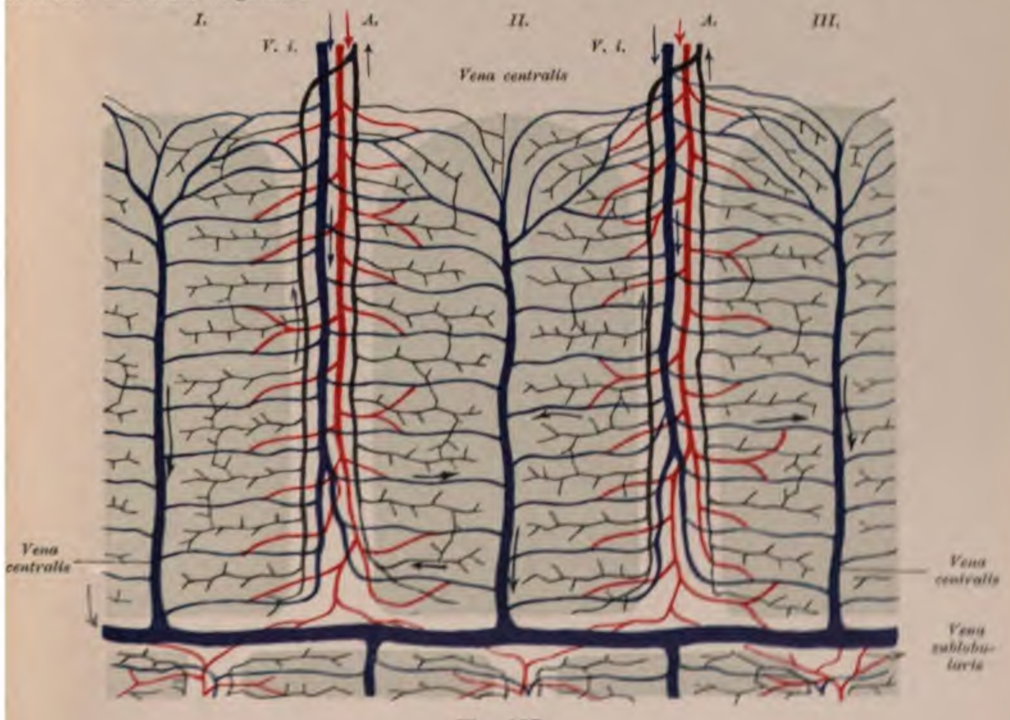
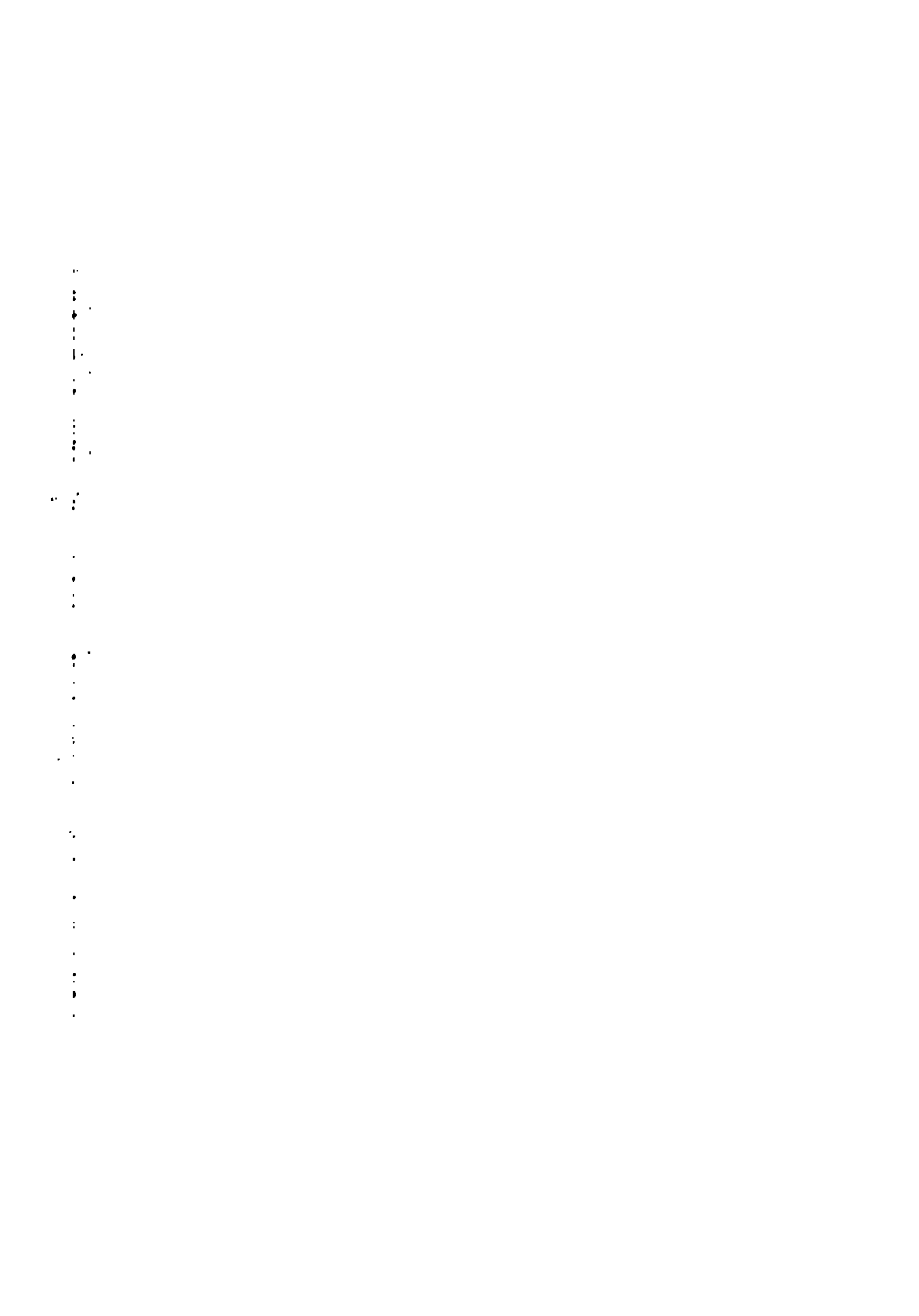


Fig. 137.

Schema der Leber.

Es sind drei Läppchen *(I, II, III)* zu sehen. Die Gallenwege sind schwarz, die Arterien rot und die Venen blau dargestellt. *V. i.* = Vena interlobularis, *A.* = Ausführungsgang. Die Richtung des Kreislaufes ist eingezeichnet.

A. Stuber's Verlag (C. Kabitzsch) Würzburg.



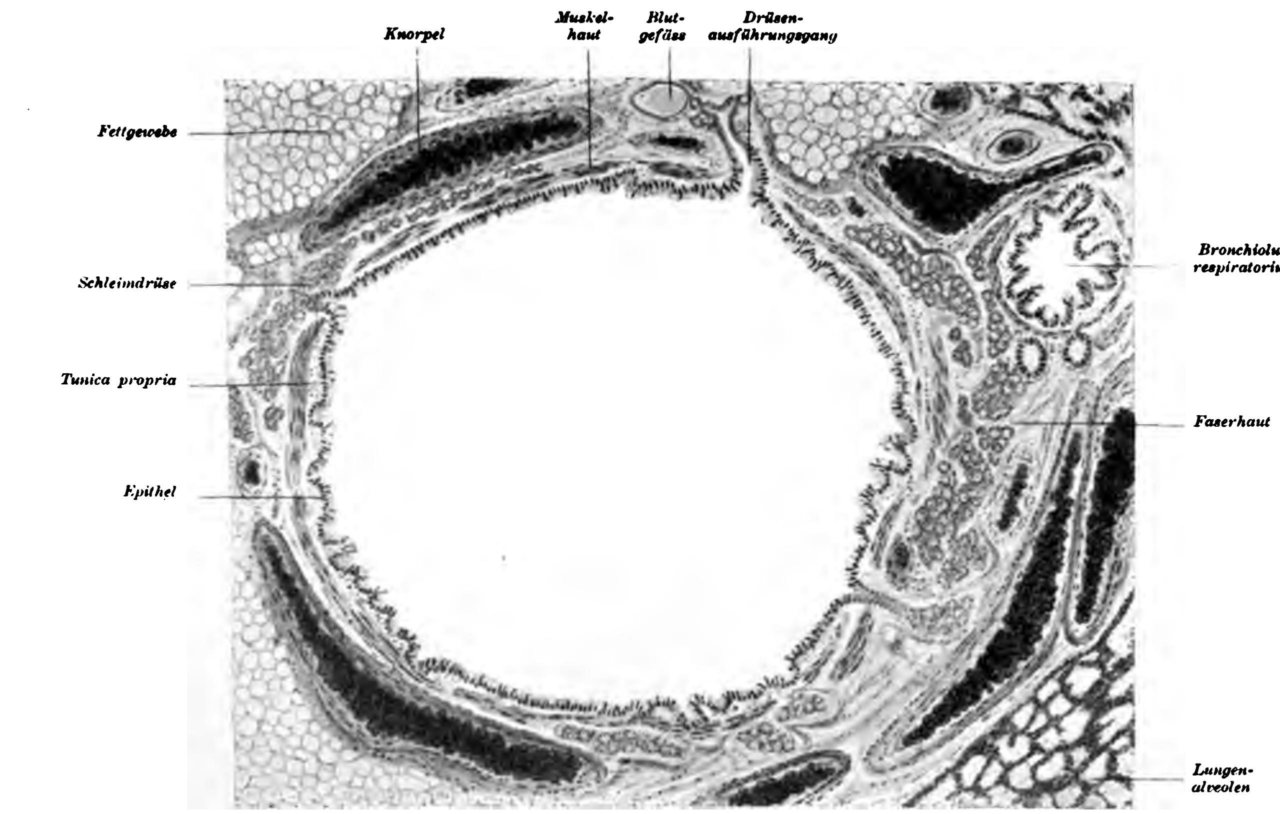


Fig. 138.

Querschnitt eines $1^3/_4$ mm dicken Bronchialastes einer Katze.

Ca. 40 mal vergrössert.

A. Stuber's Verlag (C. Kabitzsch) Würzburg.

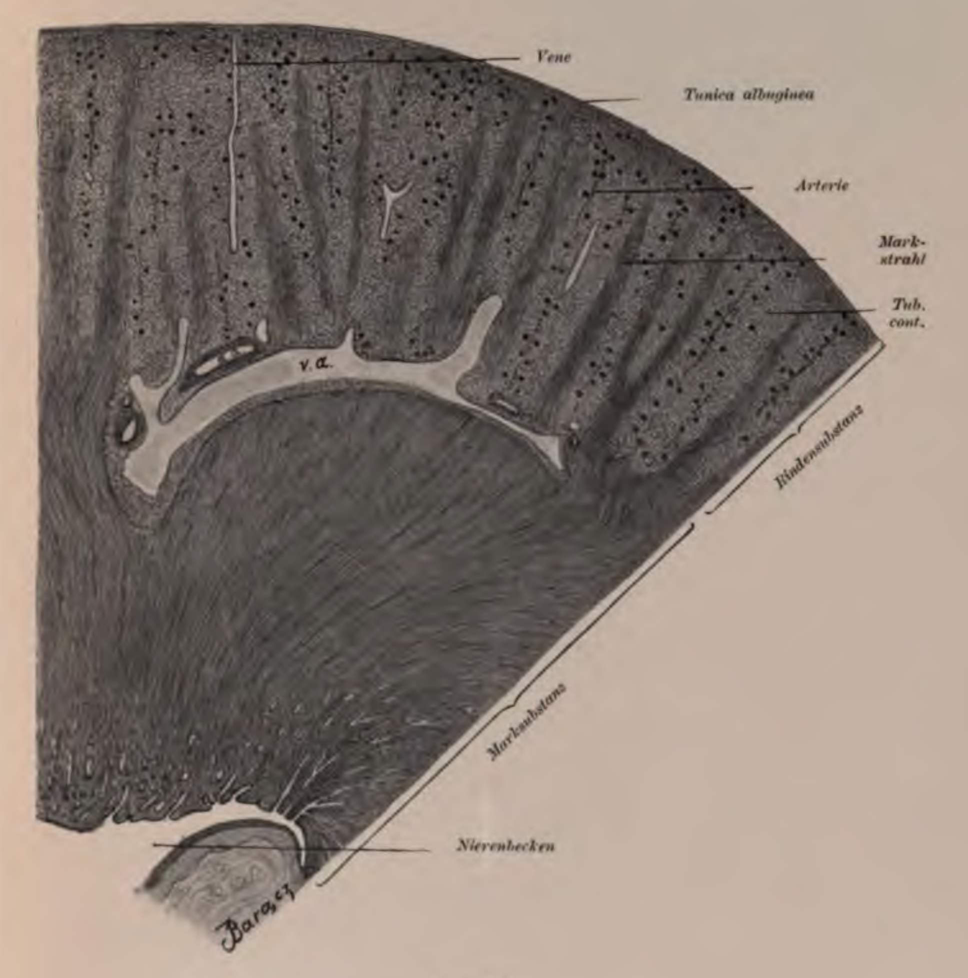
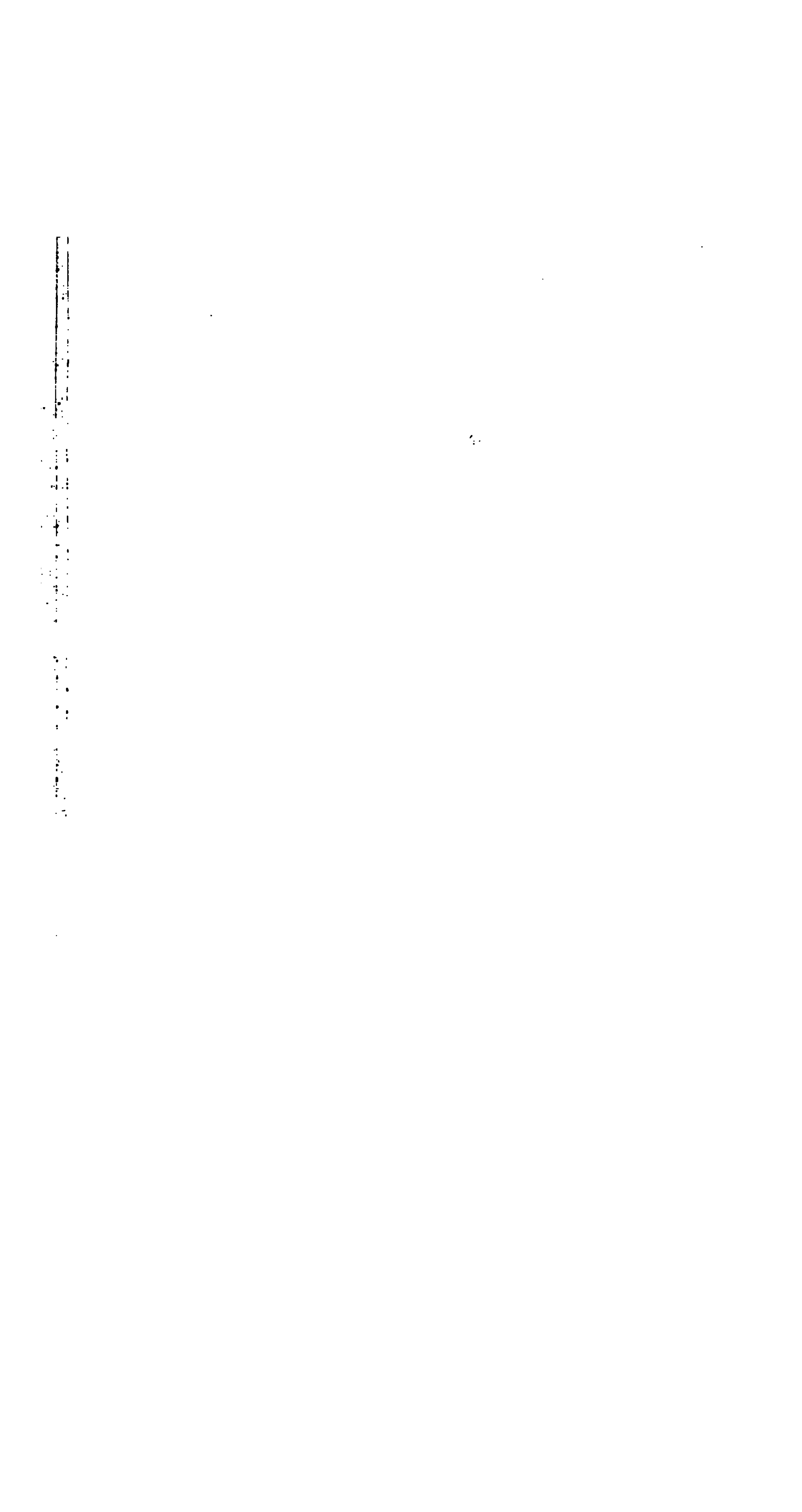


Fig. 141.

Längsschnitt durch einen Teil einer Affenniere.

Ca. 13 mal vergrössert.

A. Stuber's Verlag (C. Kabitzsch) Würzburg.



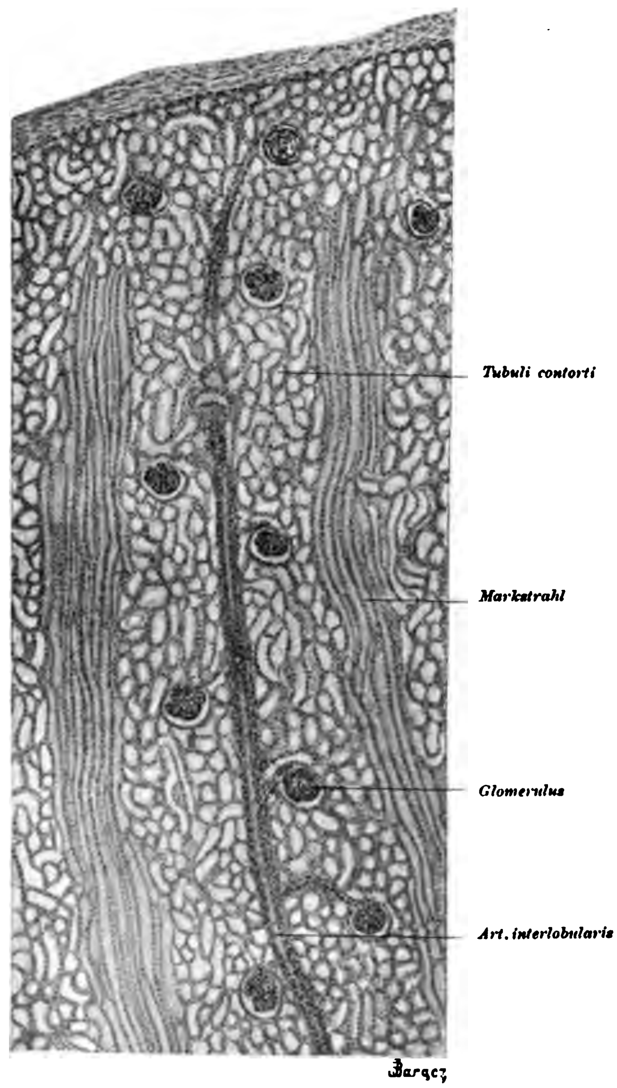


Fig. 142.

Aus einem Längsschnitt durch die Rinde einer Affenniere.

Man sieht zwei Markstrahlen und dazwischen die Malpighi'schen Körperchen und die gewundenen Kanälchen. In der Mitte verläuft eine Arterie. Ca. 55 mal vergrössert.

A. Stuber's Verlag (C. Kabitzsch) Würzburg.



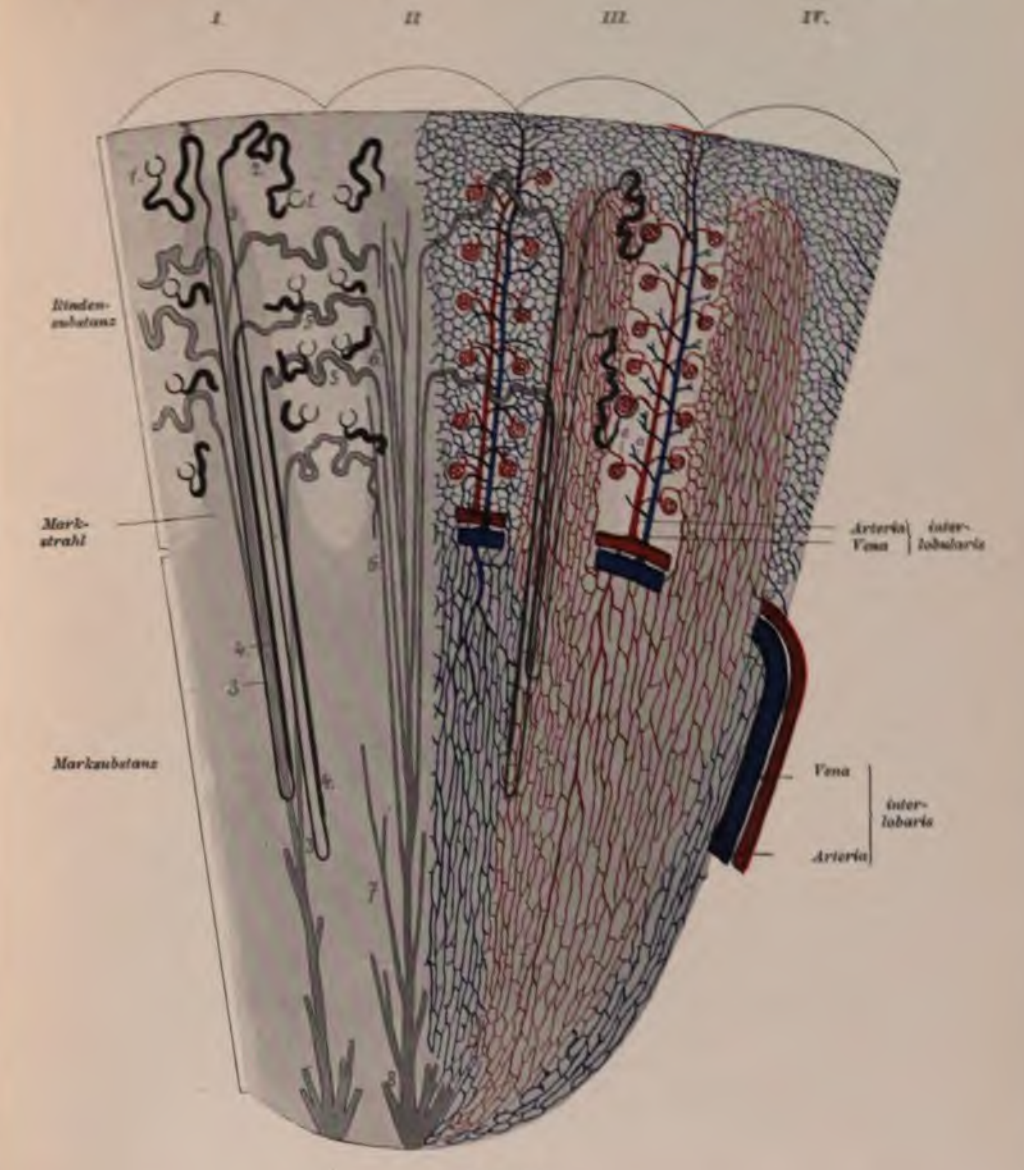


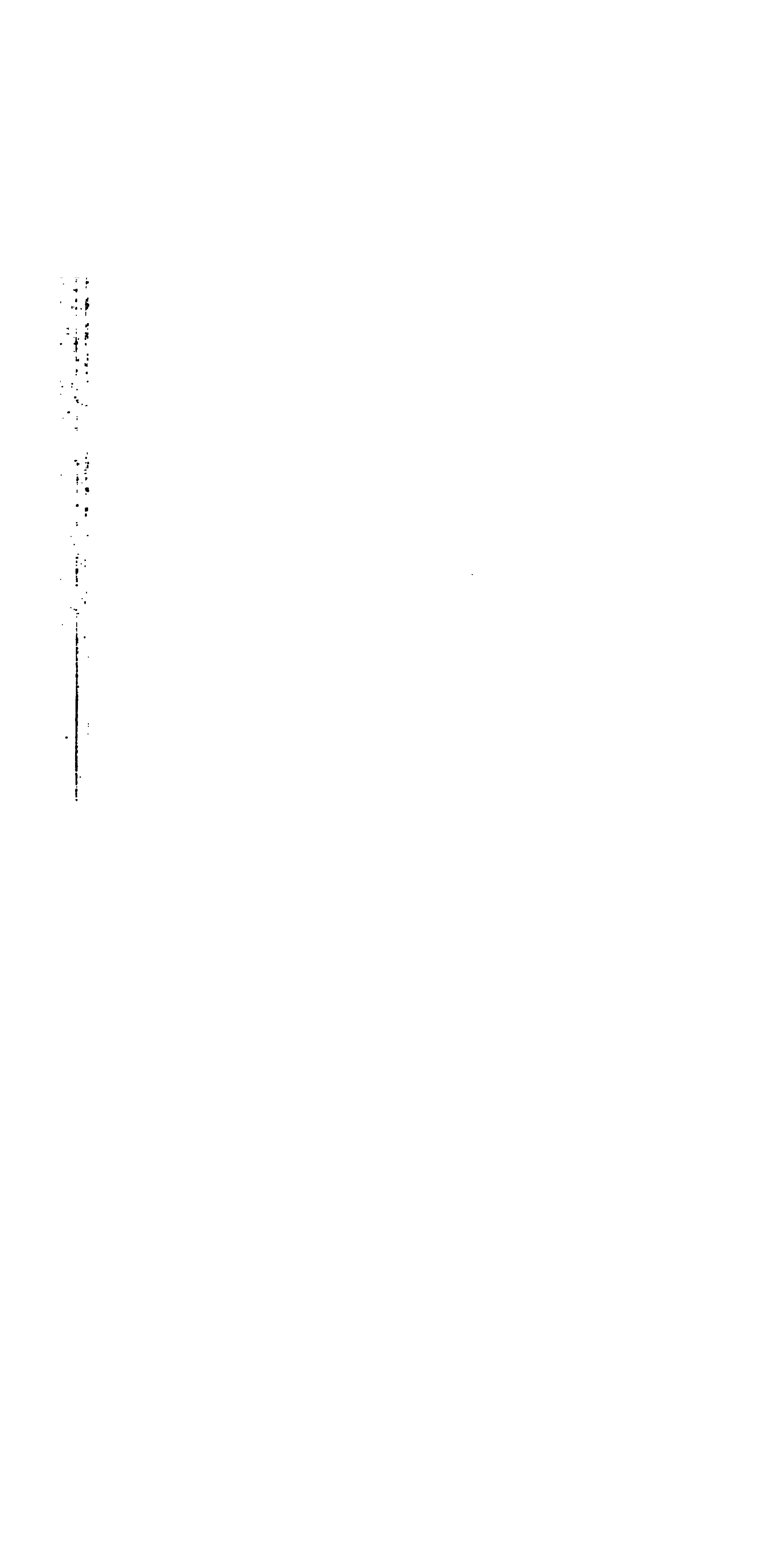
Fig. 143.

Schematische Darstellung des Verlaufes der Harnkanälchen (links) und der Nierengefässe (rechts).

Die Arterien sind rot, die Venen blau, Capsulae Bowmani, Tub. cont. I. ord., Ansae Henlei sind schwarz, Tub. cont. II. ord. und Sammelröhrchen grau.

I., II., III., IV. = vier Nierenläppchen, *a* = Vas afferens, *e* = Vas efferens, *1.* = Capsula Bowmani, *2.* = Tub. cont. I. ord., *3.* = Ramus descendens ansae Henlei, *4.* = Ramus ascendens ansae Henlei, *5.* = Tub. cont. II. ord., *6.*, *7.* = Sammelröhrchen, *8.* = Ductus papillaris.

A. Stuber's Verlag (C. Kabitzsch) Würzburg.



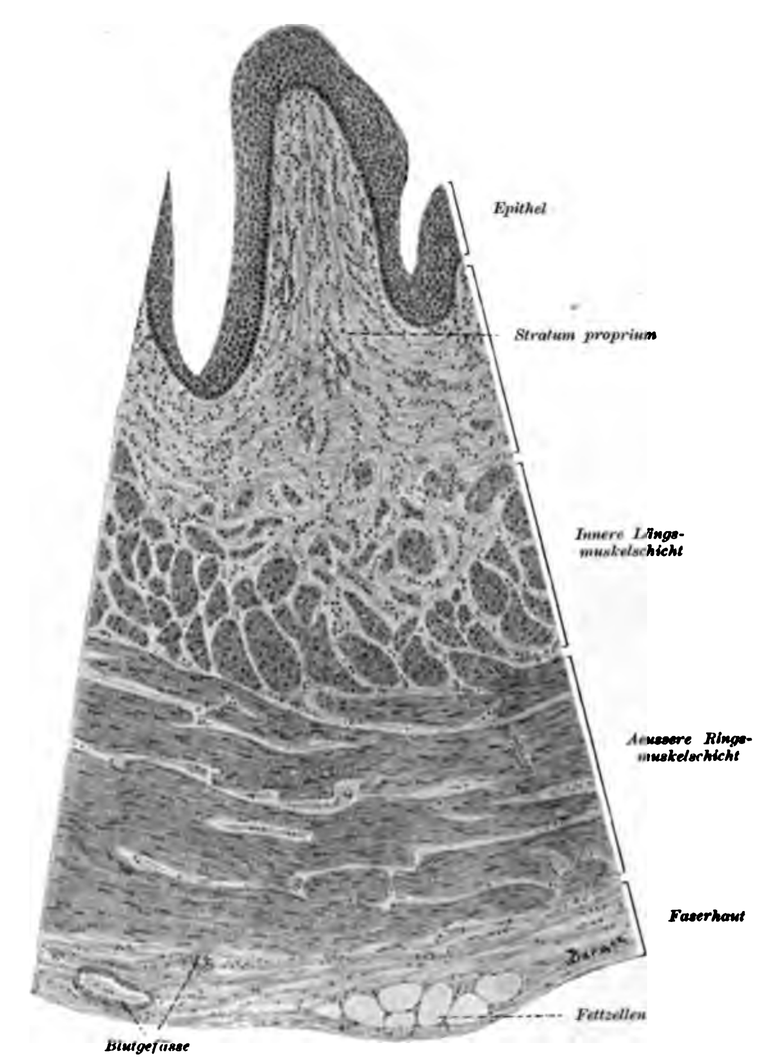


Fig. 148.

Stück eines Querschnittes des Ureters eines Hundes.

Ca. 110 mal vergrössert.

A. Stuber's Verlag (C. Kabitzsch) Würzburg.



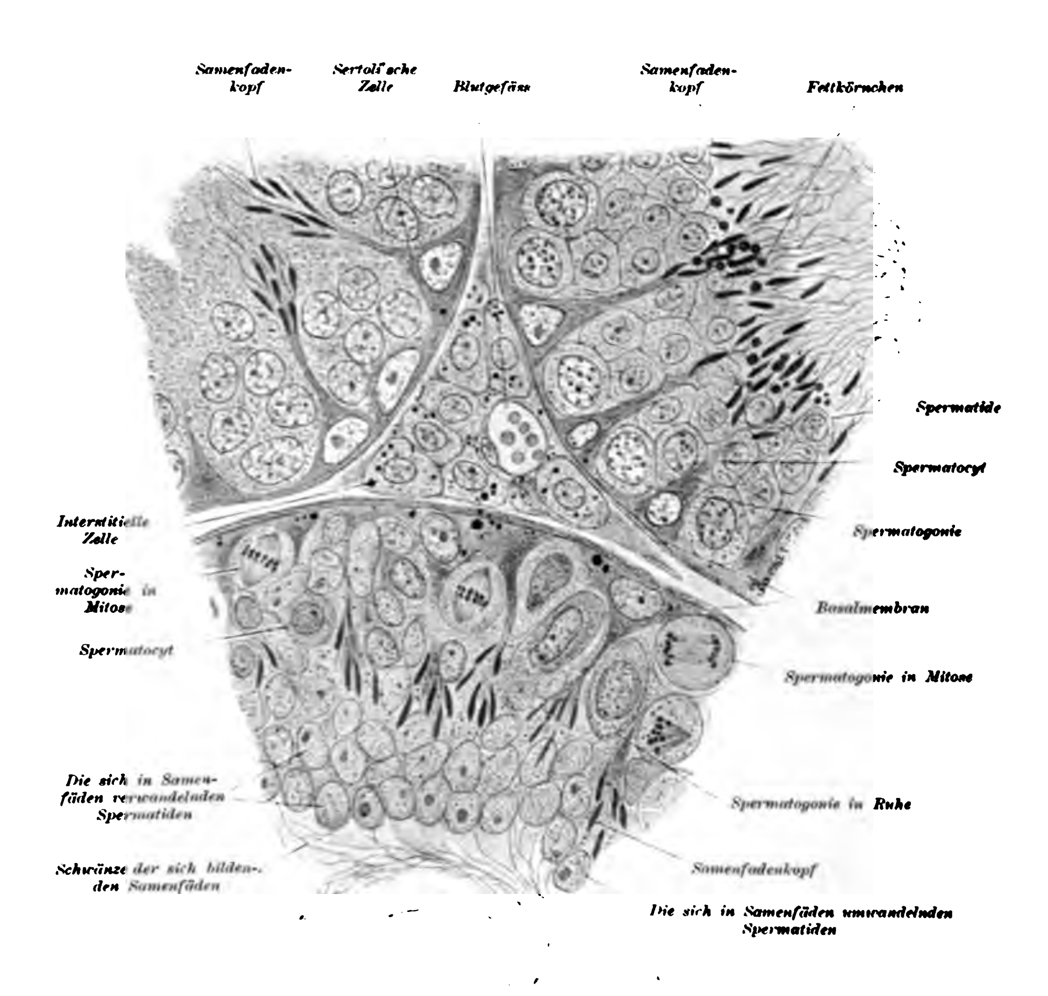


Fig. 152.

Stücke der Querschnitte von Hodenkanälchen einer weissen Maus.

Ca. 600 mal vergrössert.

A. Stuber's Verlag (C. Kabitzsch) Würzburg.



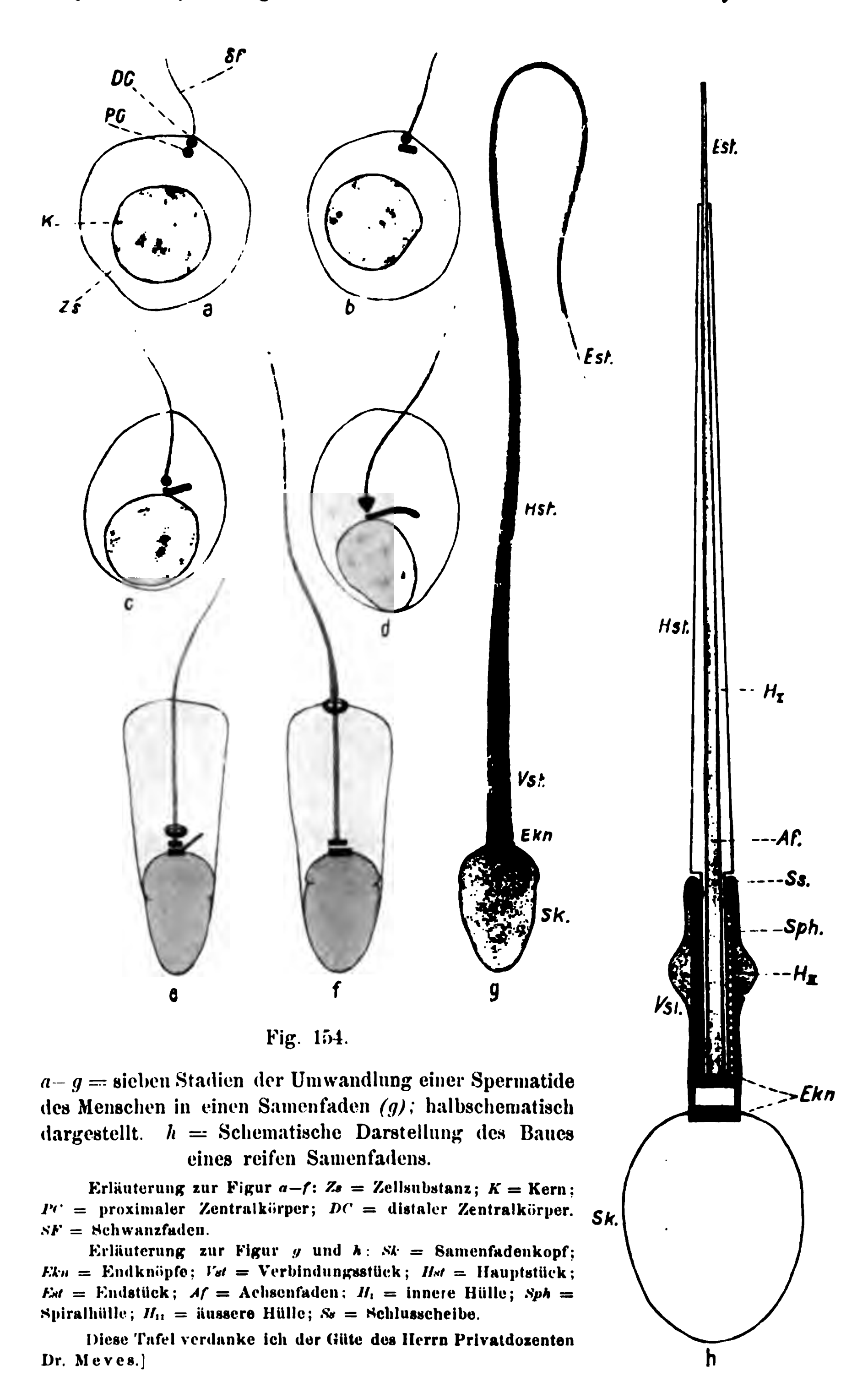


Fig. 154.

a–*g* = sieben Stadien der Umwandlung einer Spermatide des Menschen in einen Samenfaden *(g)*; halbschematisch dargestellt. *h* = Schematische Darstellung des Baues eines reifen Samenfadens.

Erläuterung zur Figur *a*–*f*: *Zs* = Zellsubstanz; *K* = Kern; *PC* = proximaler Zentralkörper; *DC* = distaler Zentralkörper. *SF* = Schwanzfaden.

Erläuterung zur Figur *g* und *h*: *Sk* = Samenfadenkopf; *Ekn* = Endknöpfe; *Vst* = Verbindungsstück; *Hst* = Hauptstück; *Est* = Endstück; *Af* = Achsenfaden; H_I = innere Hülle; *Sph* = Spiralhülle; H_{II} = äussere Hülle; *Ss* = Schlussscheibe.

Diese Tafel verdanke ich der Güte des Herrn Privatdozenten Dr. Meves.]

A. Stuber's Verlag (C. Kabitzsch) Würzburg.



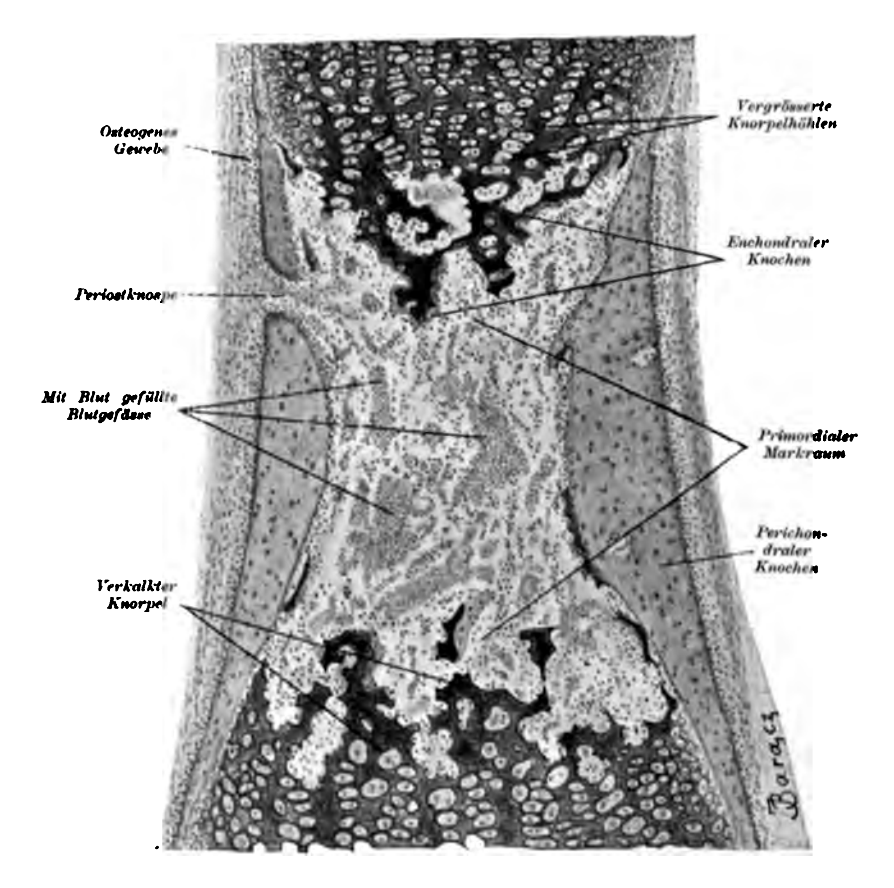


Fig. 172.

Aus einem Längsschnitte eines Fingers eines viermonatlichen menschlichen Embryo.

Nur die Diaphyse der zweiten Phalanx gezeichnet. Ca. 85 mal vergrössert.

A. Stuber's Verlag (C. Kabitzsch) Würzburg.





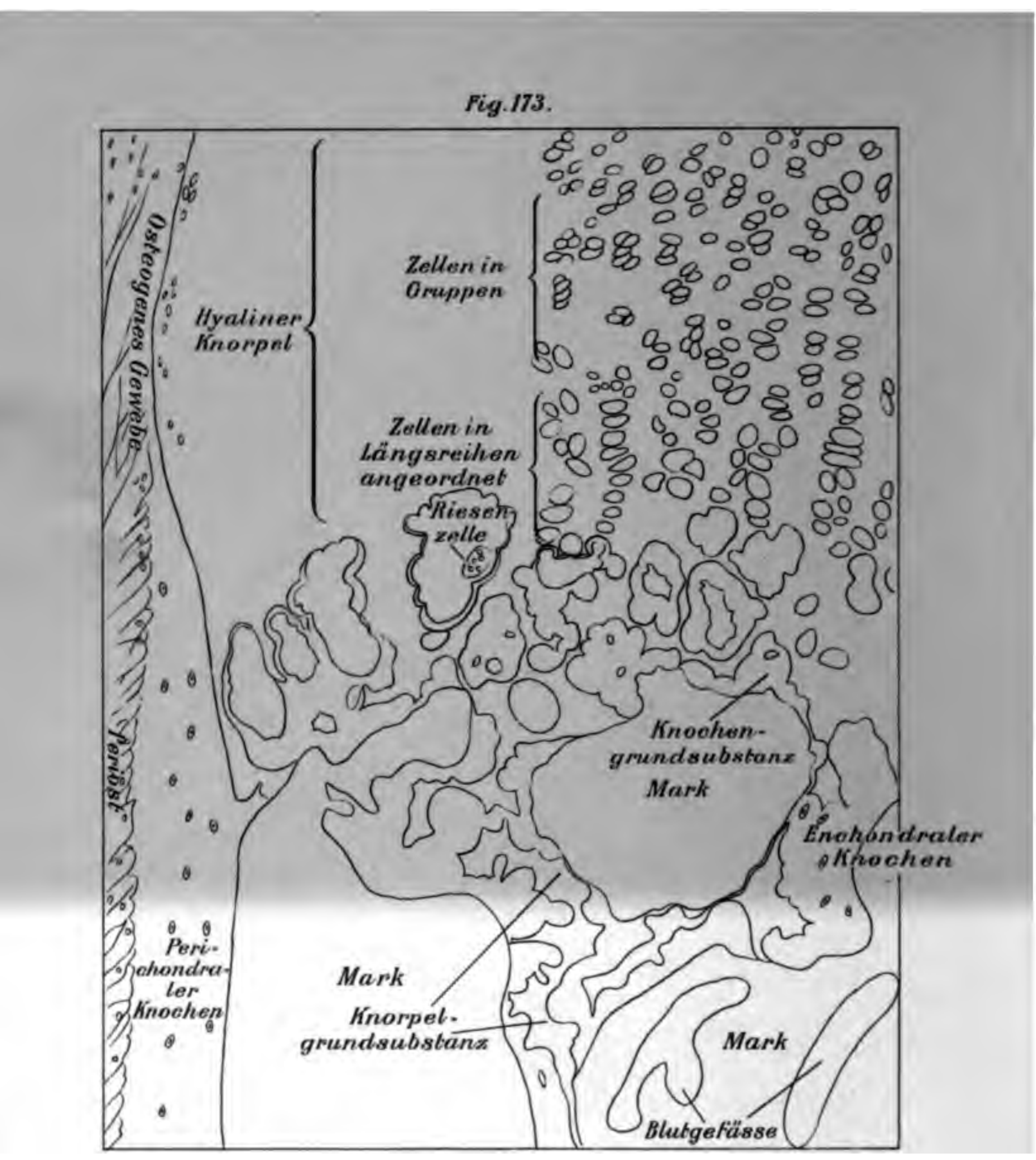


Fig. 173. Aus einem Längsschnitte durch die zweite Fingerphalanx eines siebenmonatlichen menschlichen Embryo. Gefärbt mit Hämatoxylin und Eosin. Ca. 130 mal vergr.

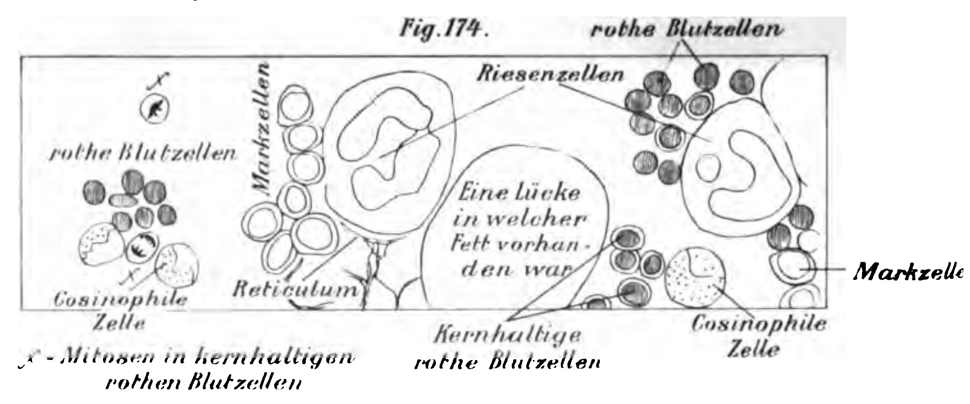


Fig. 174. Aus einem Schnitt durch das rothe Knochenmark des Kaninchens. Biondi'sche Färbung. Ca. 800 mal vergr.

Fig. 173.

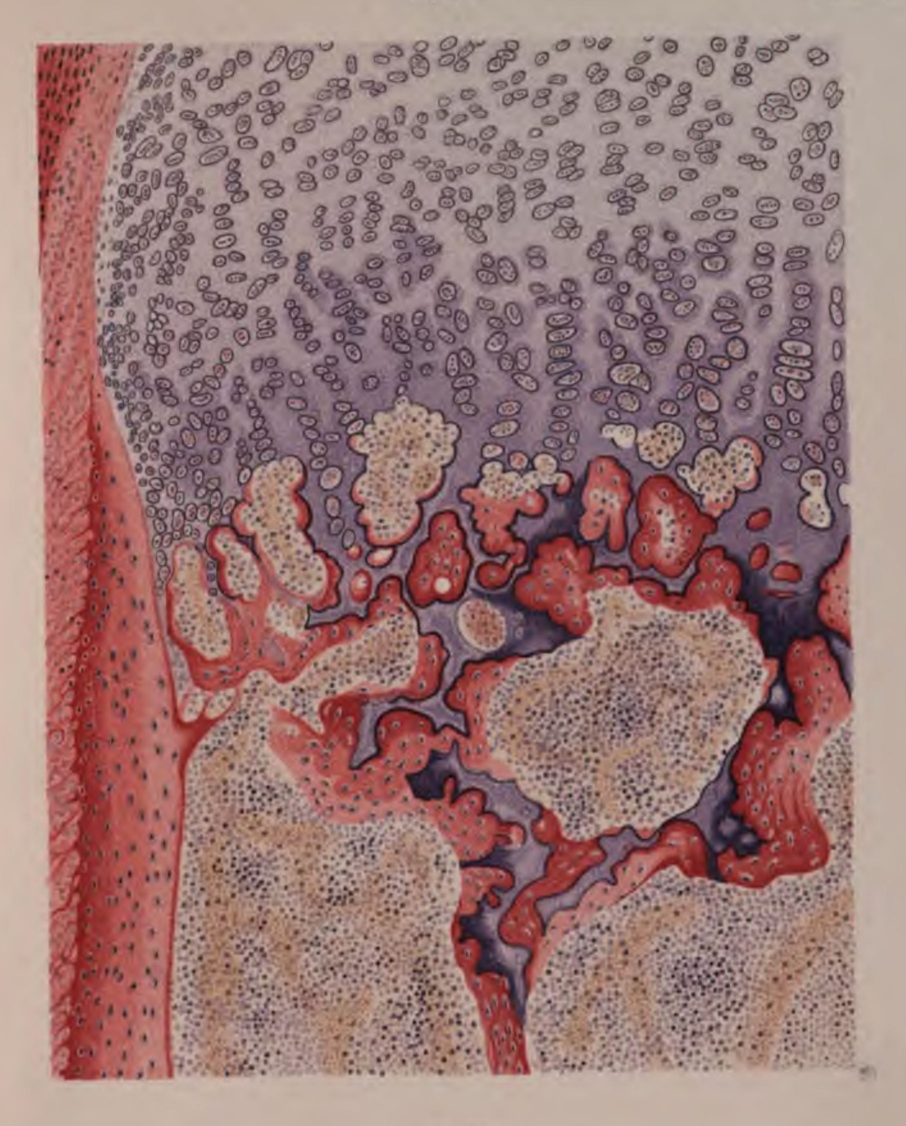


Fig. 174.



Szymonowicz, Histologie.

J. Boraţz ad nat. del.

Lith. Anst. v. Werner & Winter, Frankfort a/M.

A. Stuber's Verlag (C. Kabitzsch), Würzburg.



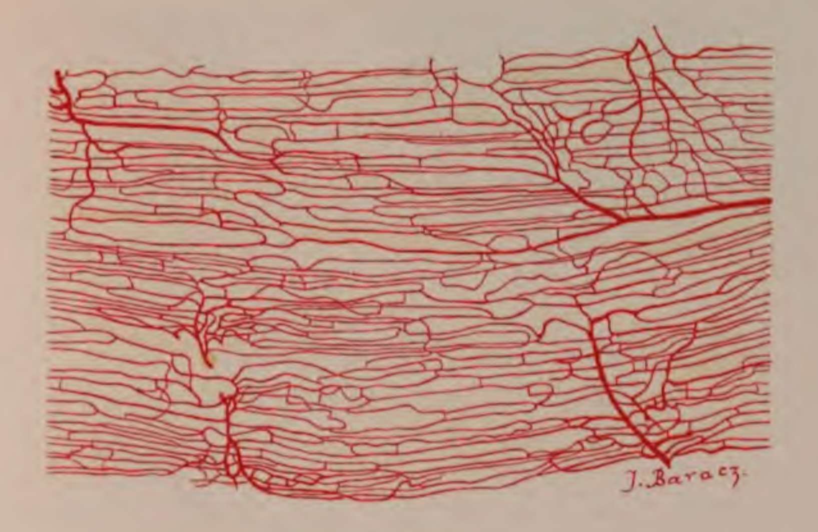


Fig. 178.

Stück eines quergestreiften Muskels des Kaninchens.
Blutgefässe rot injiziert. Ca. 80 mal vergrössert.

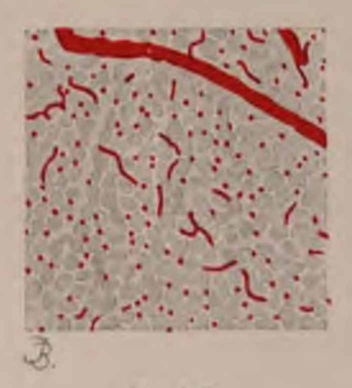


Fig. 179.

Aus einem Querschnitte eines quergestreiften Muskels des Kaninchens.
Blutgefässe rot injiziert. Ca. 100 mal vergrössert.

A. Stuber's Verlag (C. Kabitzsch) Würzburg.



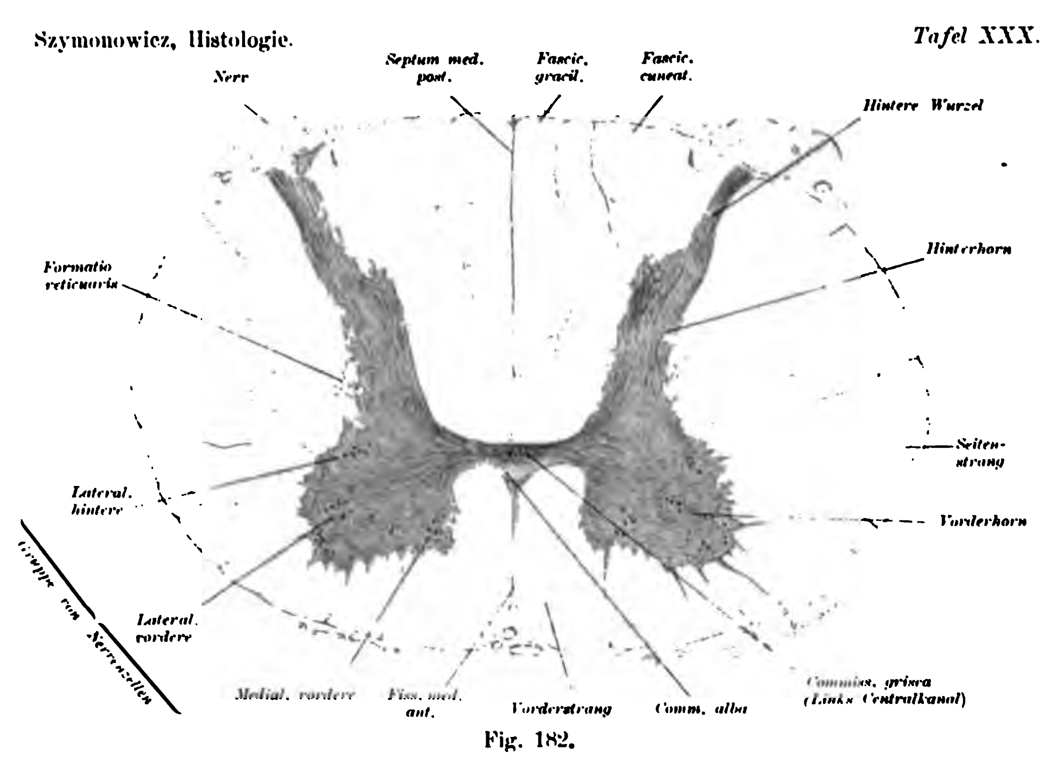


Fig. 182.
Querschnitt des Halsmarkes des Menschen in der Höhe der sechsten spinalen Wurzel.
11 mal vergrössert.

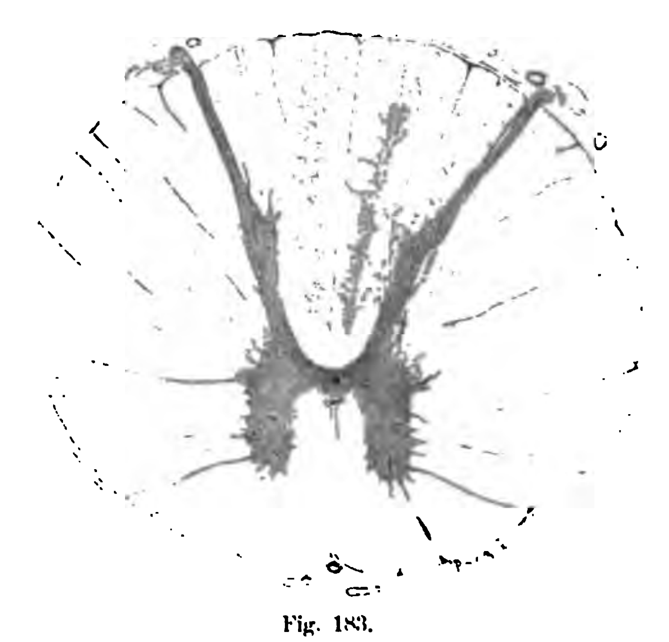


Fig. 183.
Querschnitt des Dorsalmarkes des Menschen in der Höhe der elften spinalen Wurzel.
11 mal vergrössert.

A. Stuber's Verlag (C. Kabitzsch) Würzburg.





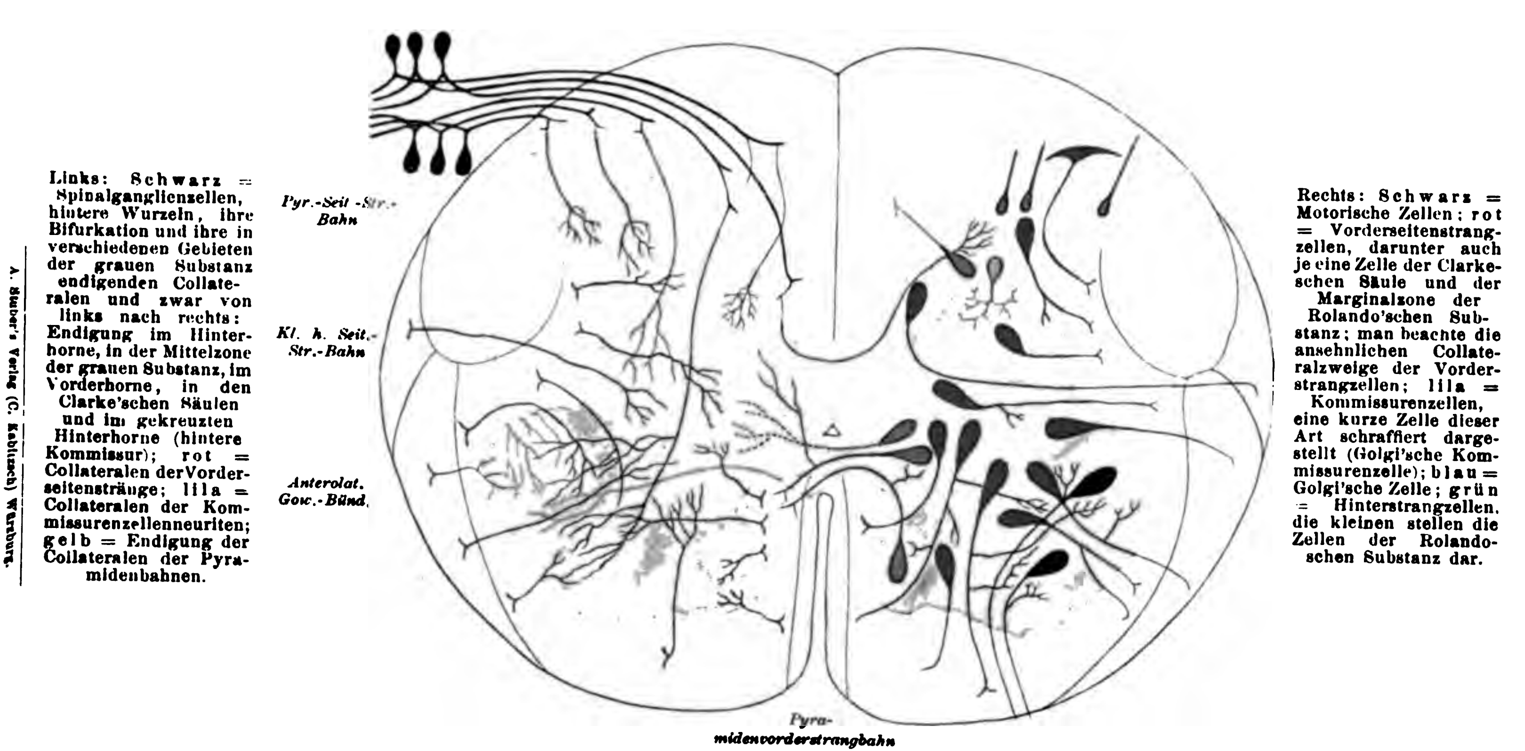
Fig. 184.
Querschnitt des Lendenmarkes des Menschen in der Gegend der Lendenanschwellung.
11 mal vergrössert.



Fig. 185.
Querschnitt des Sakralmarkes des Menschen.
11 mal vergrössert.

A. Stuber's Verlag (C. Kabitzsch) Würzburg.





Links: Schwarz = Spinalganglienzellen, hintere Wurzeln, ihre Bifurkation und ihre in verschiedenen Gebieten der grauen Substanz endigenden Collateralen und zwar von links nach rechts: Endigung im Hinterhorne, in der Mittelzone der grauen Substanz, im Vorderhorne, in den Clarke'schen Säulen und im gekreuzten Hinterhorne (hintere Kommissur); rot = Collateralen der Vorderseitenstränge; lila = Collateralen der Kommissurenzellenneuriten; gelb = Endigung der Collateralen der Pyramidenbahnen.

Rechts: Schwarz = Motorische Zellen; rot = Vorderseitenstrangzellen, darunter auch je eine Zelle der Clarke-schen Säule und der Marginalzone der Rolando'schen Substanz; man beachte die ansehnlichen Collateralzweige der Vorderstrangzellen; lila = Kommissurenzellen, eine kurze Zelle dieser Art schraffiert dargestellt (Golgi'sche Kommissurenzelle); blau = Golgi'sche Zelle; grün = Hinterstrangzellen, die kleinen stellen die Zellen der Rolando-schen Substanz dar.

Fig. 186.

Schema des Rückenmarksbaues auf dem Querschnitt nach v. Lenhossék. Links Collateralen, rechts Nervenzellen.

A. Stuber's Verlag (C. Kabitzsch) Würzburg.



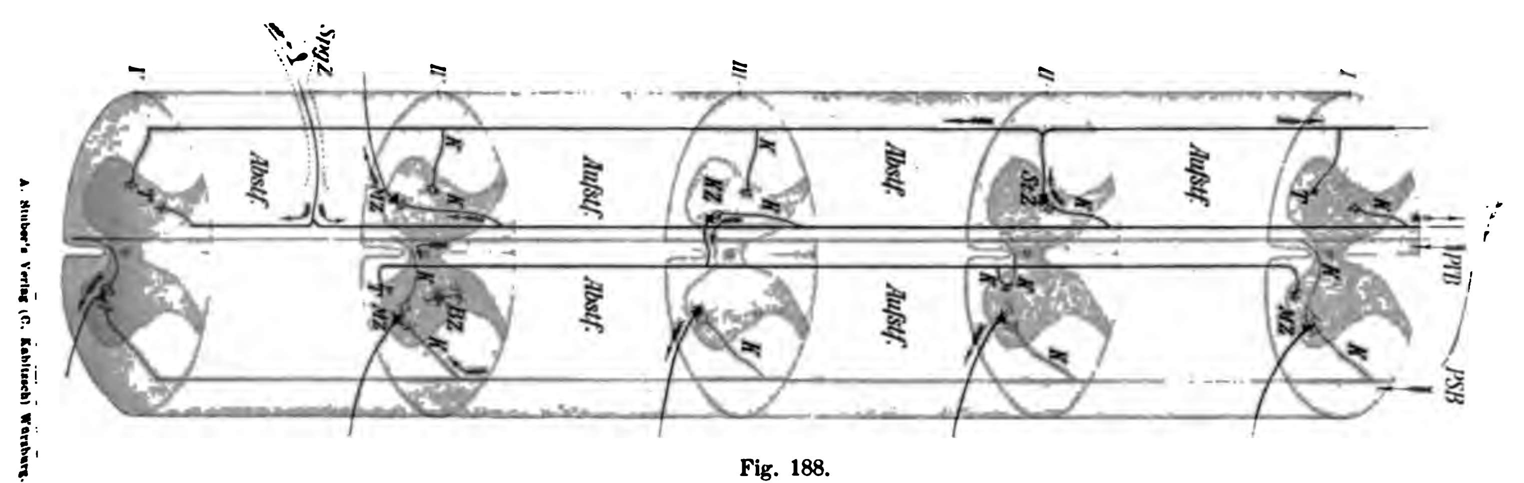


Fig. 188.

Schema der Lage und Verästelung der Nervenzellen des Rückenmarkes und der Spinalganglien, sowie des gegenseitigen Verhaltens der Neurone im Rückenmarke.

SpgZ = Spinalganglienzelle; *Abstf.* = Absteigende Stammfaser; *Aufstf.* = Aufsteigende Stammfaser; *Stz* = Strangzelle, deren Faser im Seitenstrang verläuft; *KZ* = Kommissurenzelle; *MZ* = motorische Zelle; *BZ* = Binnenzelle; *PVB* = die Faser der Pyramidenvorderstrangbahn; *PSB* = die Faser der Pyramidenseitenstrangbahn; *K* = Kollateralen; *T* = Telodendria.

A. Stuber's Verlag (C. Kabitzsch) Würzburg.



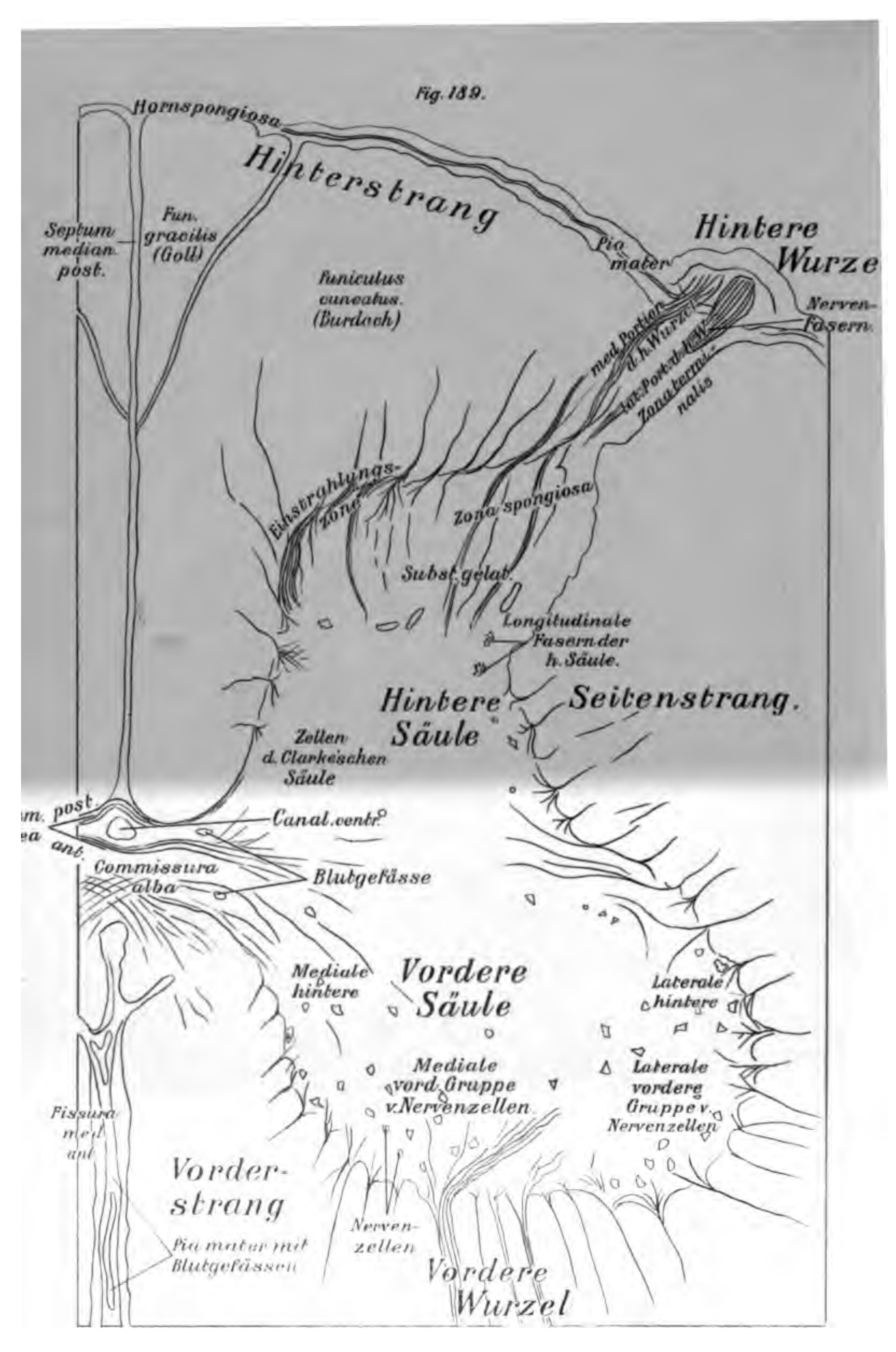


Fig. 189. Querschnitt durch das Halsrückenmark eines Kalbes nach Weigert gefärbt. *Es ist nur eine* Hälfte der grauen mit den angrenzenden Partien der weissen Substanz dargestellt. 25 mal vergrössert.

Fig. 189.



J. Burgos ad nat. del.

Lith. Anst. v. Werner & Winter, Frankfurt a/M.

Szymonowicz, Histologie.

A. Stuber's Verlag (C. Kabitzsch), Würzburg.





Fig. 192.

Stück eines senkrechten Schnittes der Grosshirnrinde des Menschen.

Ca. 70 mal vergrössert.

A. Stuber's Verlag (C. Kabitzsch) Würzburg.



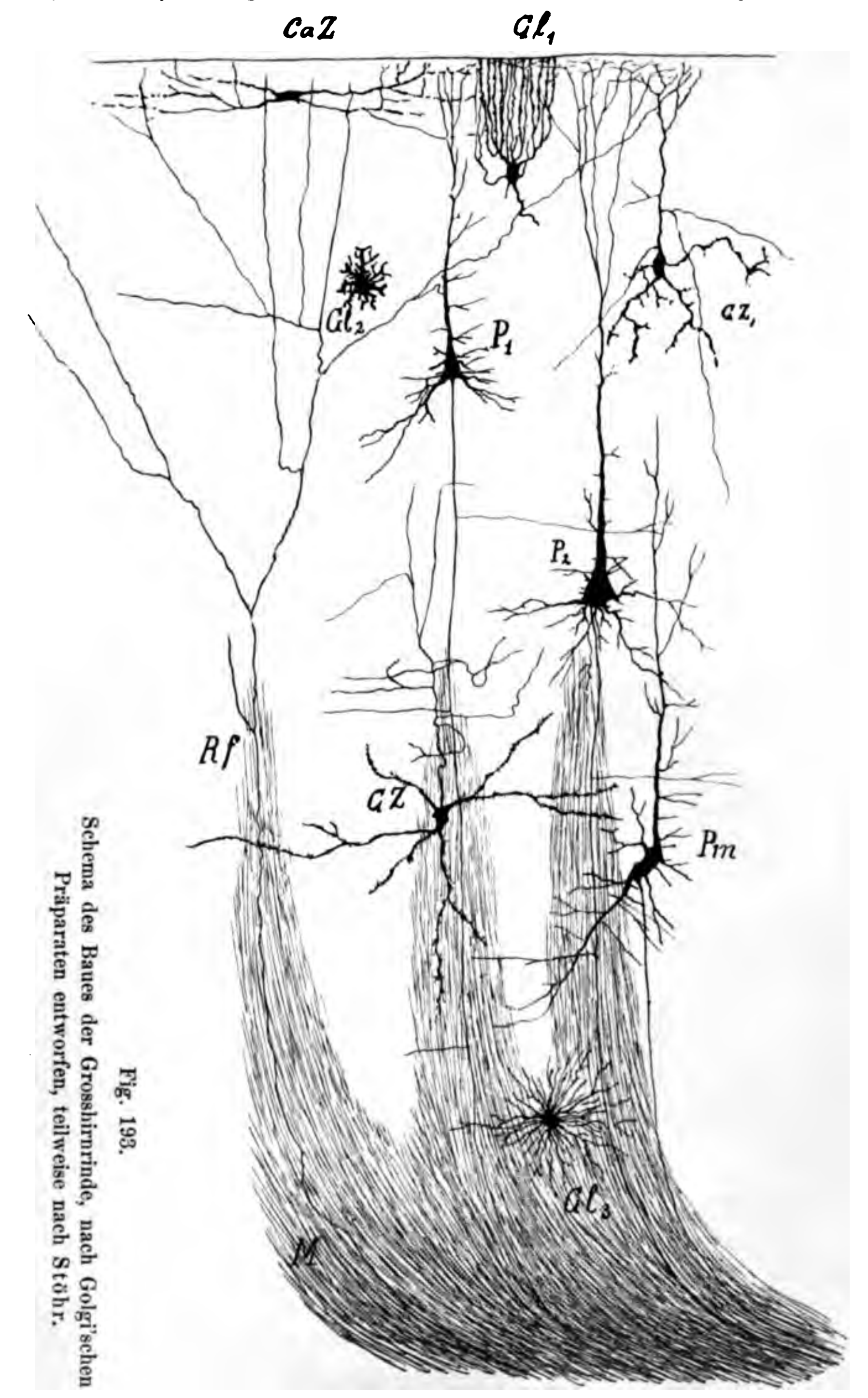


Fig. 193.
Schema des Baues der Grosshirnrinde, nach Golgi'schen Präparaten entworfen, teilweise nach Stöhr.

Ca S = Cajal'sche Zelle; *G Z* = Zellen von Golgi'schem Typus; $G Z_1$ = Zellen von Golgischem Typus; P_1 = Kleine Pyramidenzelle; P_2 = Grosse Pyramidenzelle; *Pm* = Polymorphe Zelle; *Rf* = Ramon'sche Faser; Gl_1 = Gliazelle der oberflächlichen Gliaschicht (Retzius'sche Zelle); Gl_2 = Kurzstrahler; Gl_3 = Langstrahler; *M* = Mark.

A. Stuber's Verlag (C. Kabitzsch) Würzburg.



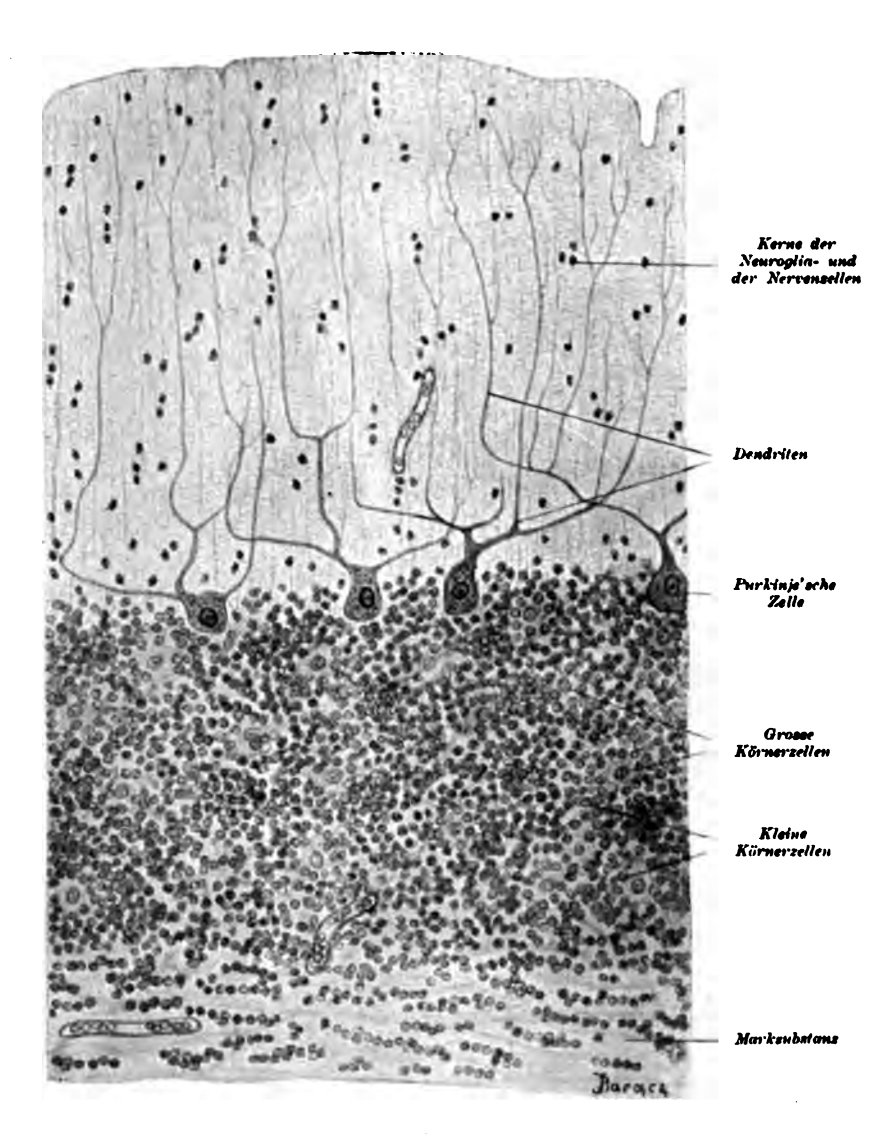


Fig. 194.

Stück eines senkrechten Schnittes durch die Kleinhirnrinde des erwachsenen Menschen.

158 mal vergrössert.

A. Stuber's Verlag (C. Kabitzsch) Würzburg



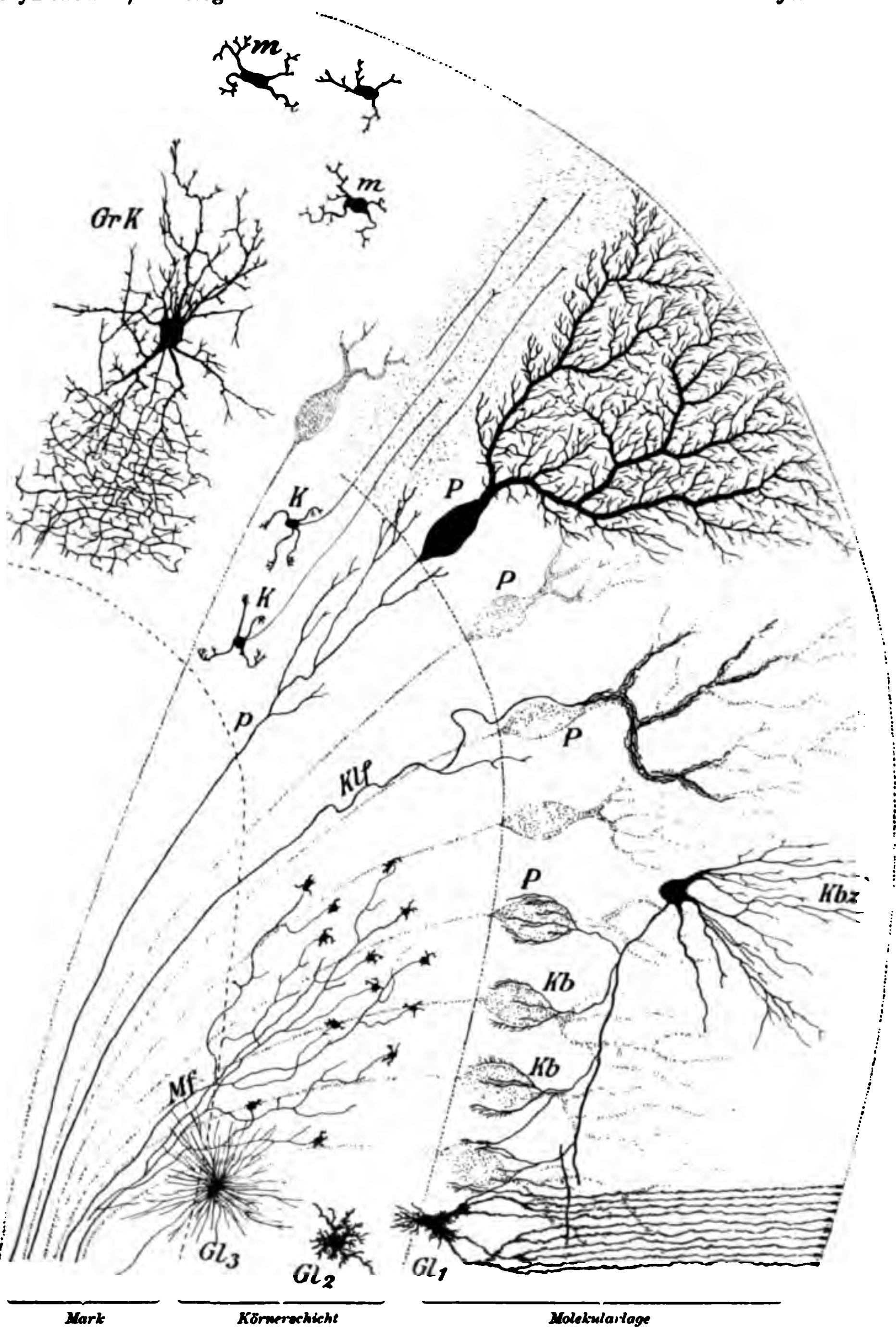


Fig. 195. Schema des Baues der Kleinhirnrinde, nach Golgi'schen Präparaten entworfe grösstenteils nach Kölliker.

P = Purkinje'sche Zellen; p = Nervöse Fortsätze der Purkinje'schen Zellen mit rücklaufenden Coll teralen; Klf = Kletterfasern; Kbz = Korbzellen; Kb = Körbe, welche die Purkinje'schen Zellenkörper (l umfassen; K = Kleine Körnerzellen, deren nervöse Fortsätze in die Molekularlage eindringen und dort l Querschnitte als feine Punktierung erscheinen: Gr K = Grosse Körnerzellen; m = Kleine Zellen der Molekul lage; Mf = Moosfasern; Gl_1 = Gliazellen der Molekularschicht; Gl_2 = Kurzstrahler; Gl_3 = Langstrahler.

A. Stuber's Verlag (C. Kabitzsch) Würzburg.

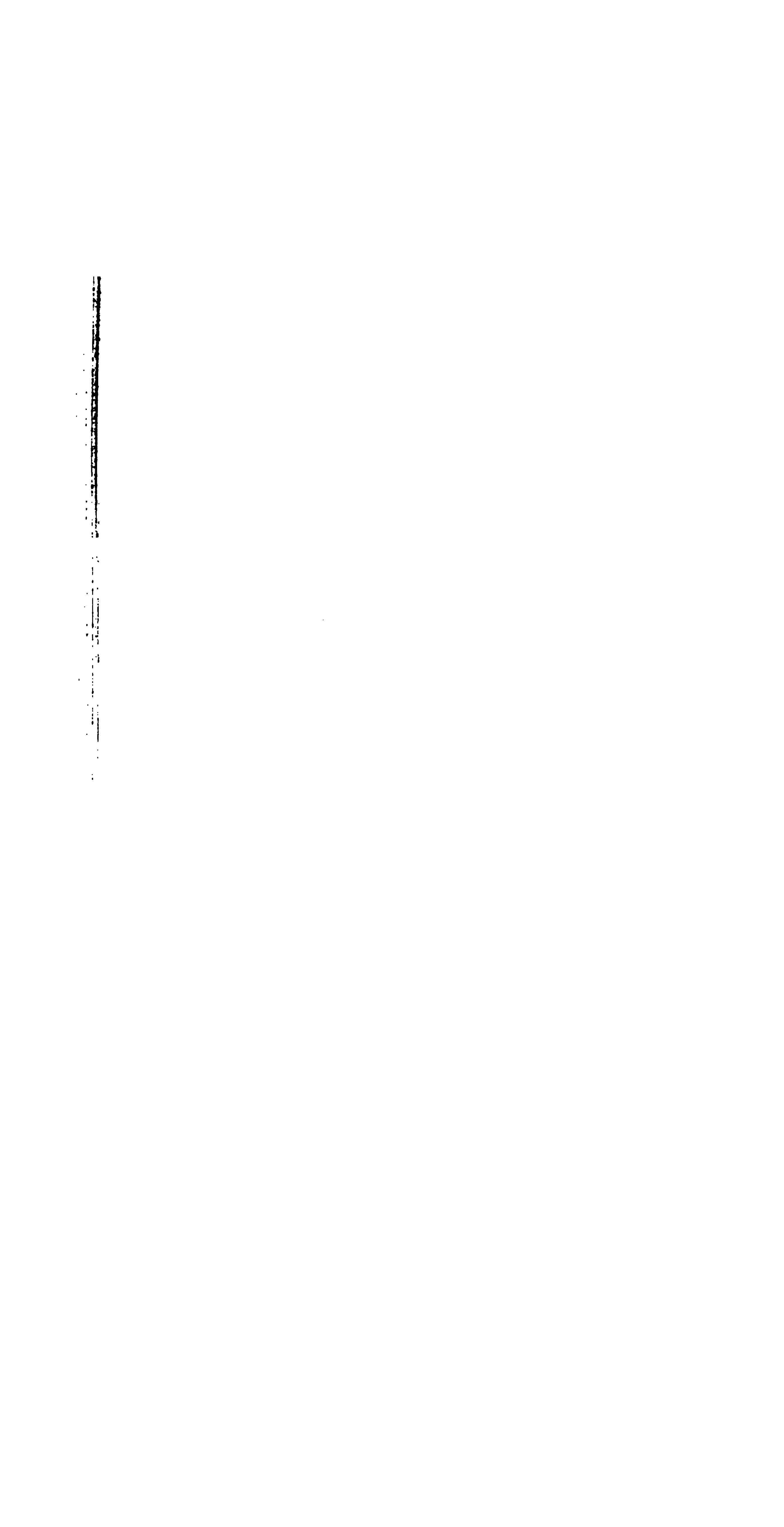




Fig. 197.

Schnitt durch die Grosshirnrinde des Kaninchens.

Die Blutgefässe sind rot injiziert. 40 mal vergrössert.

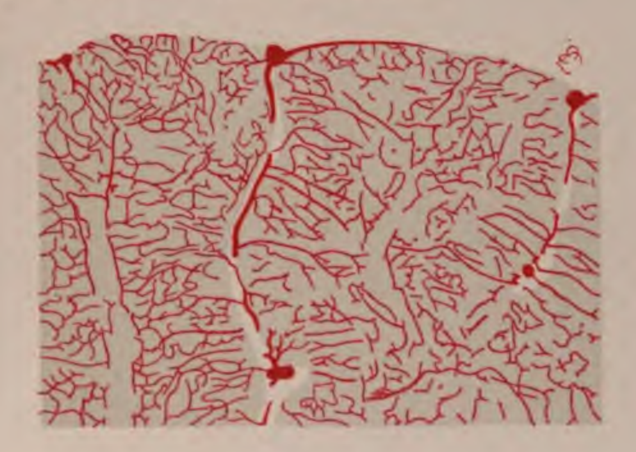


Fig. 198.

Schnitt durch die Kleinhirnrinde des Meerschweinchens.

Die Blutgefässe sind rot injiziert. 44 mal vergrössert.

A. Stuber's Verlag (C. Kabitzsch) Würzburg.

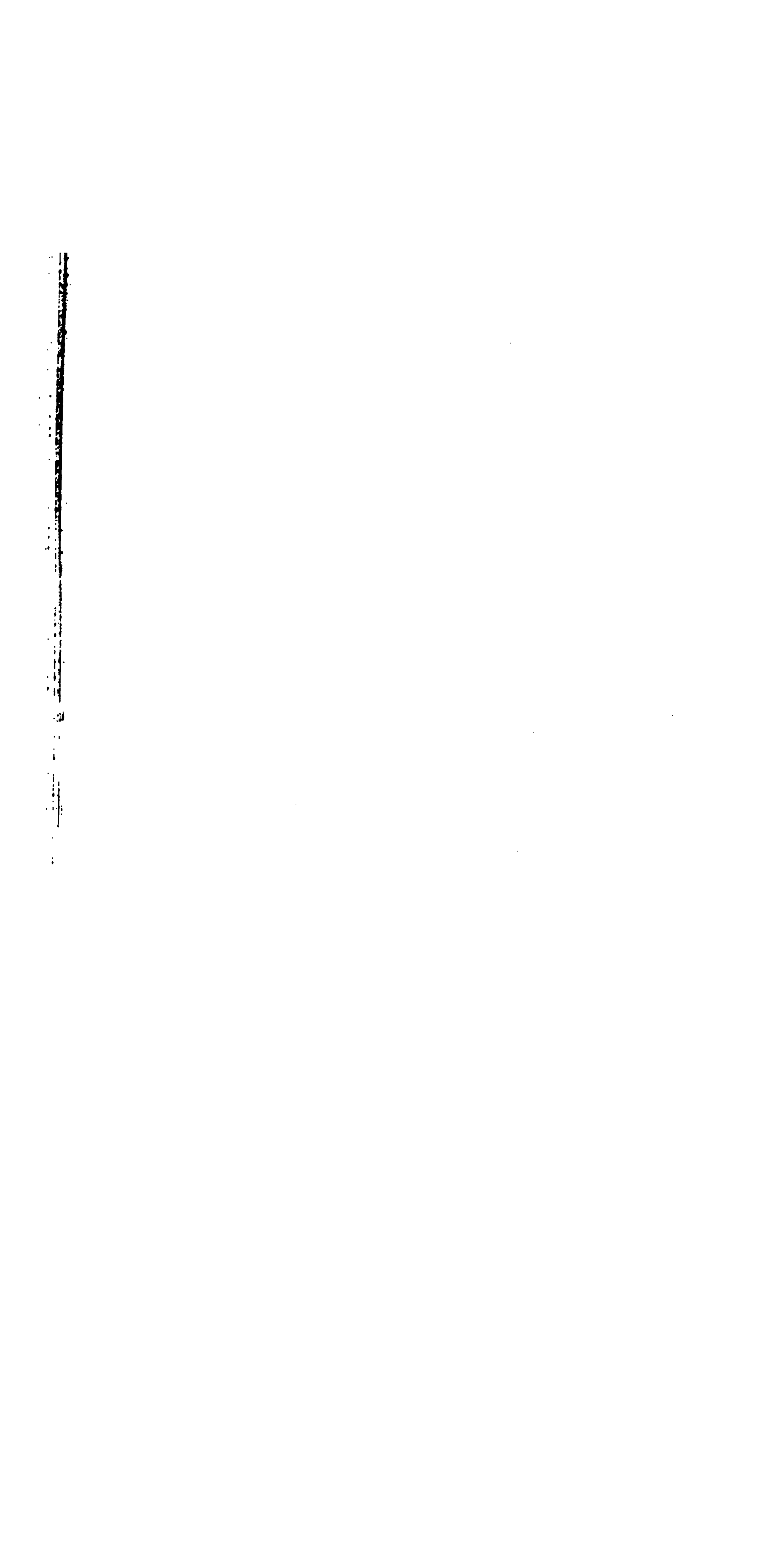




Fig. 203.
Aus einem senkrechten Schnitte durch die Haut der Schweinerüssel.
Nach einem Goldpräparat. Ca. 300 mal vergrössert.



Fig. 205.
Nervenendigung an einem gewöhnlichen Haar der weissen Maus.
In der Mitte ist das Haar zu sehen. Vergoldet. Ca. 900 mal vergrössert.

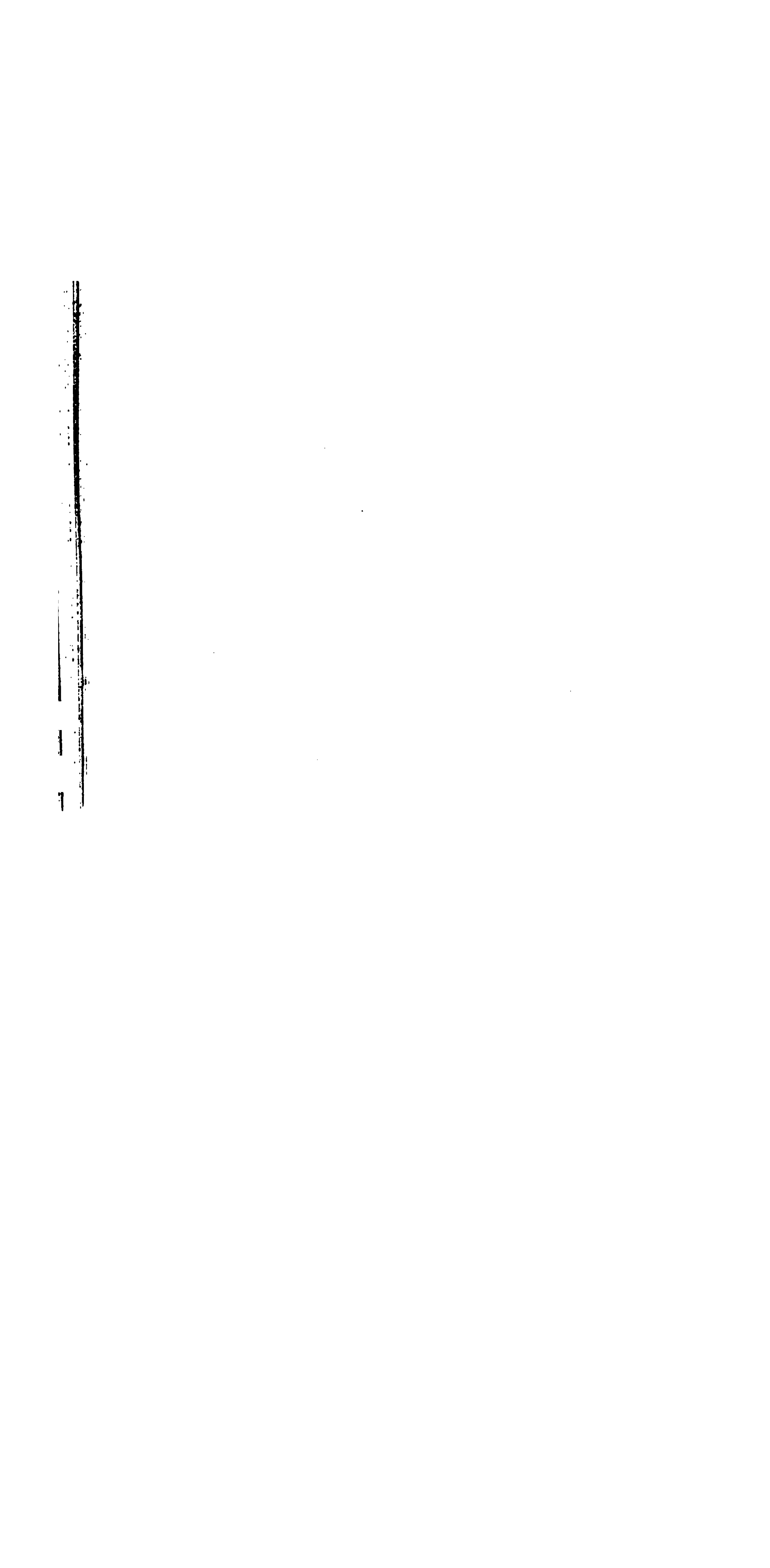


Fig. 204.
Motorische Nervenendigung in einer Muskelfaser des Frosches.
Eine Nervenfaser versorgt zwei Muskelfasern. Vergoldet. Ca. 300 mal vergrössert.



Fig. 206.
Nervenendigung an einem gewöhnlichen Haar der weissen Maus.
In der Mitte liegt das Haar. Vergoldet. Ca. 1250 mal vergrössert.

A. Stuber's Verlag (C. Kabitzsch) Würzburg.



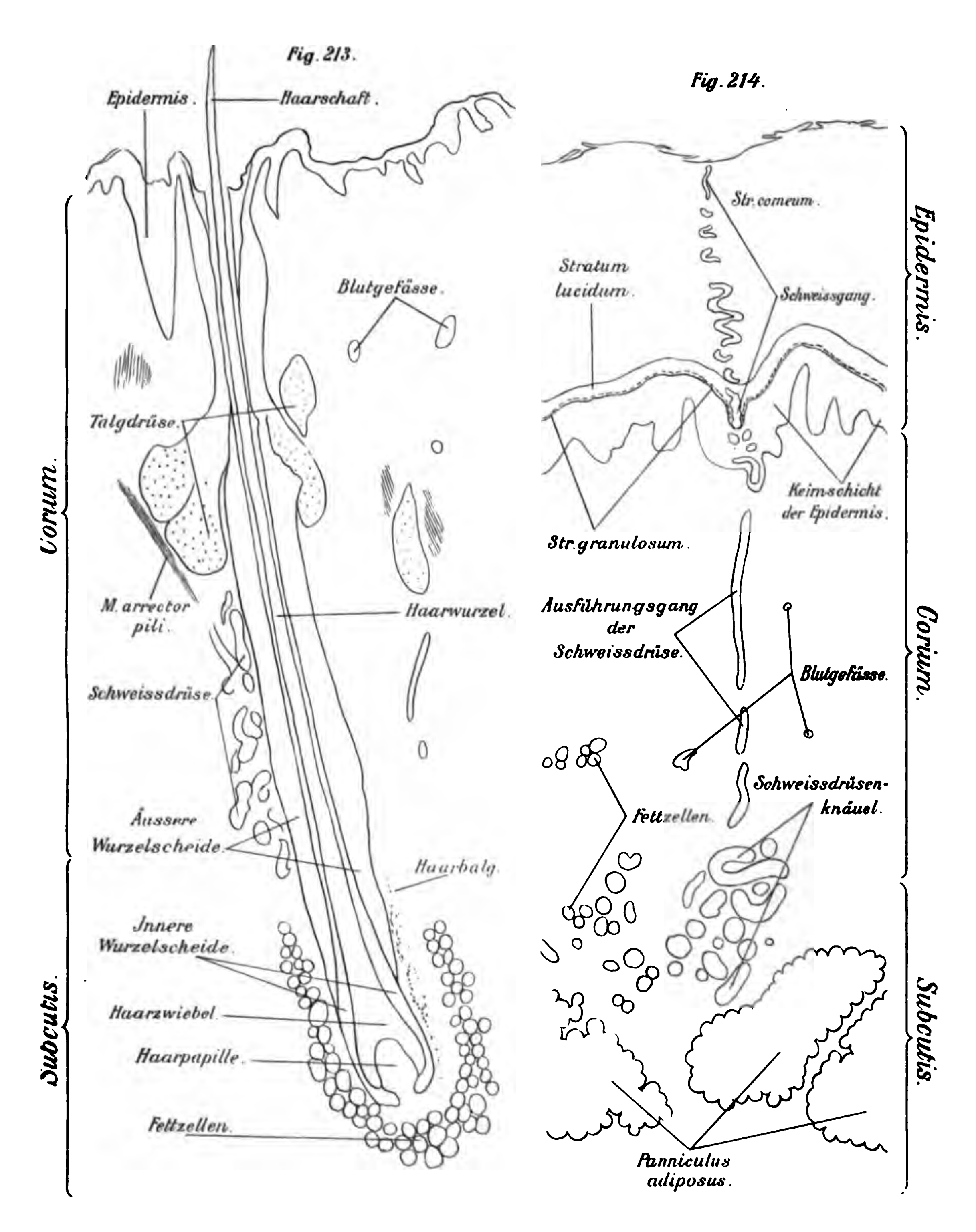


Fig. 213. Aus einem Durchschnitte der menschlichen Kopfhaut. Das Haar ist in der ganzen Länge getroffen. Hämatoxylin-Eosin. 55 mal vergrössert.

Fig. 214. Senkrechter Schnitt durch die Haut der Fingerbeere eines erwachsenen Menschen. Hämatoxylin-Eosin. Ca. 70 mal vergr.



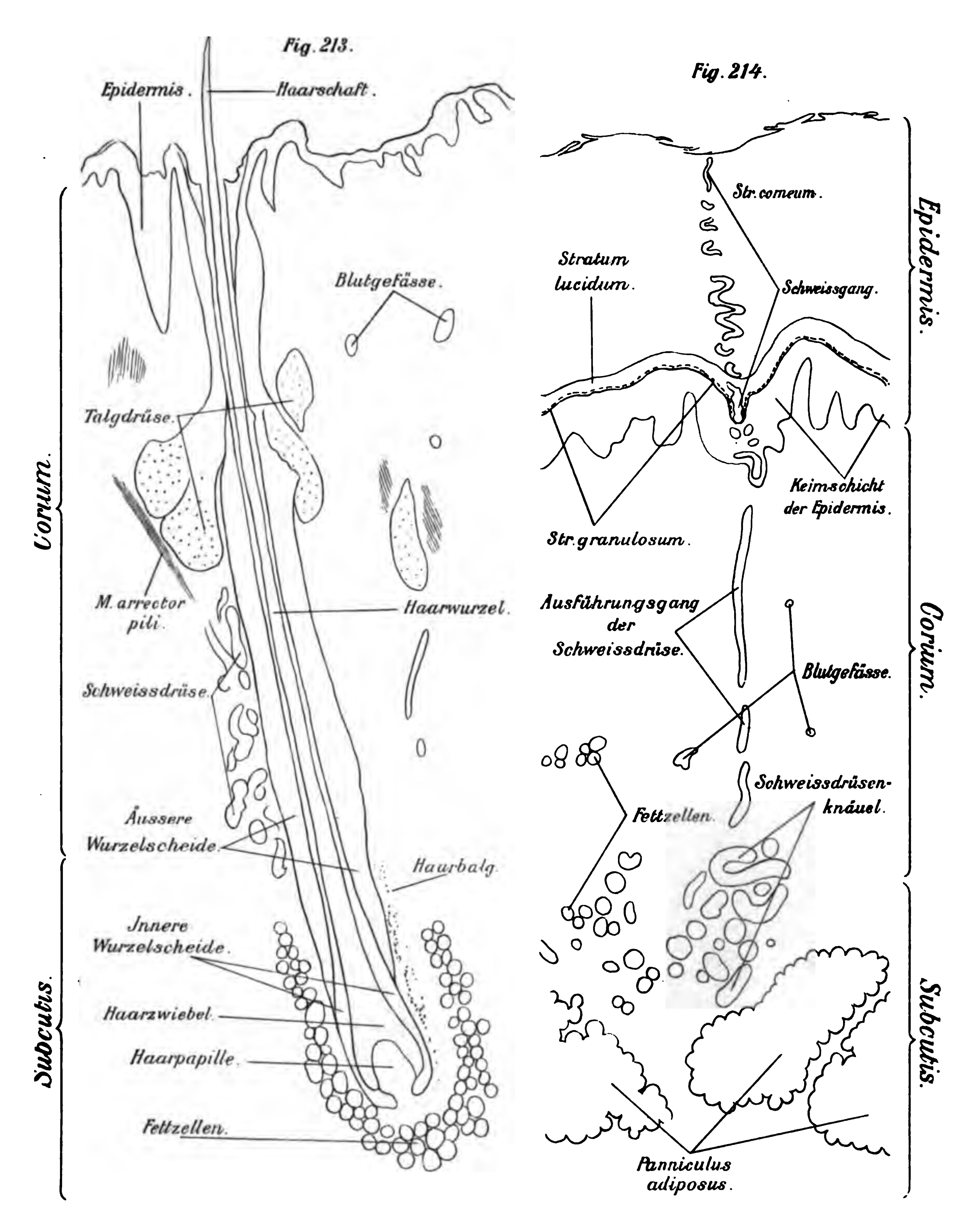


Fig. 213. Aus einem Durchschnitte der menschlichen Kopfhaut.
Das Haar ist in der ganzen Länge getroffen. Hämatoxylin-Eosin. 55 mal vergrössert.

Fig. 214. Senkrechter Schnitt durch die Haut der Fingerbeere eines erwachsenen Menschen. Hämatoxylin-Eosin. Ca. 70 mal vergr.

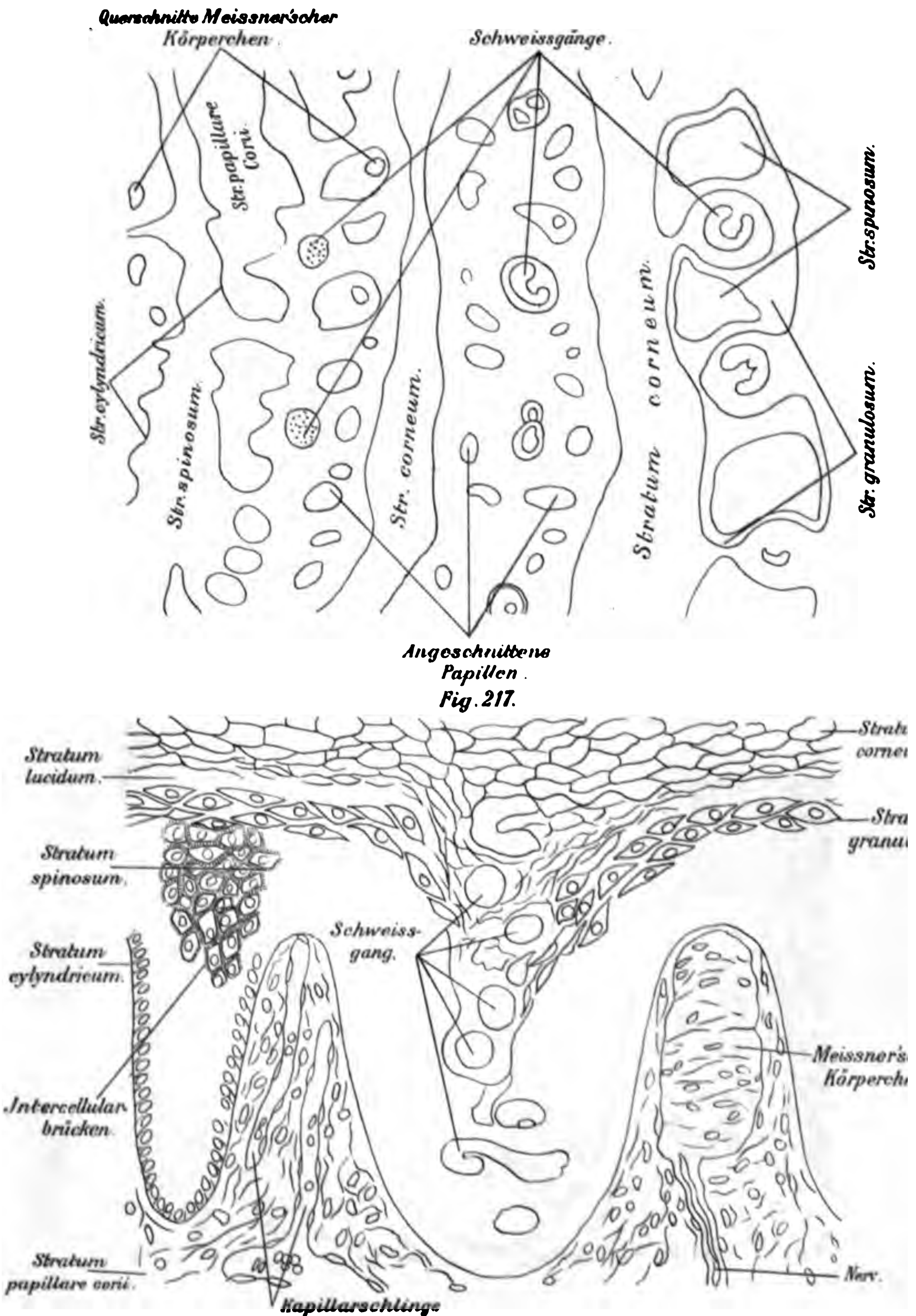


Fig. 216. Aus einem Flach-Schnitt durch die Epidermis der Fingerbeere des Menschen. — Der Schnitt wurde fast parallel zur Oberfläche der Haut, wie Fig. 215 veranschaulicht, geführt. 88 mal vergrössert.

Fig. 217. Aus einem Schnitt durch die Haut des Halux eines erwachsenen Mens



Fig. 216.

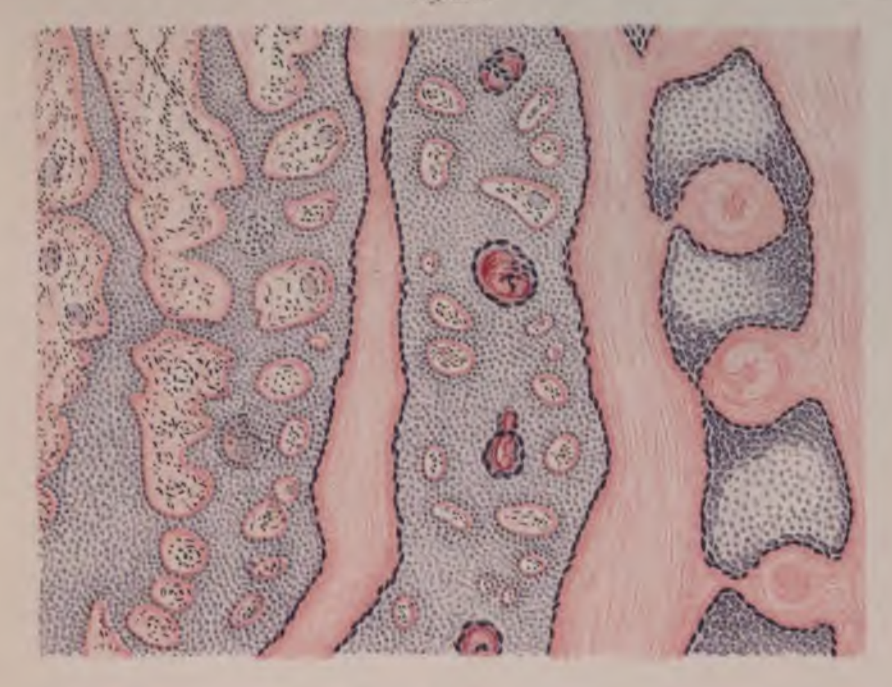


Fig. 217.



Szymonowicz, Histologie.

A. Stuber's Verlag (C. Kabitzsch), Würzburg.



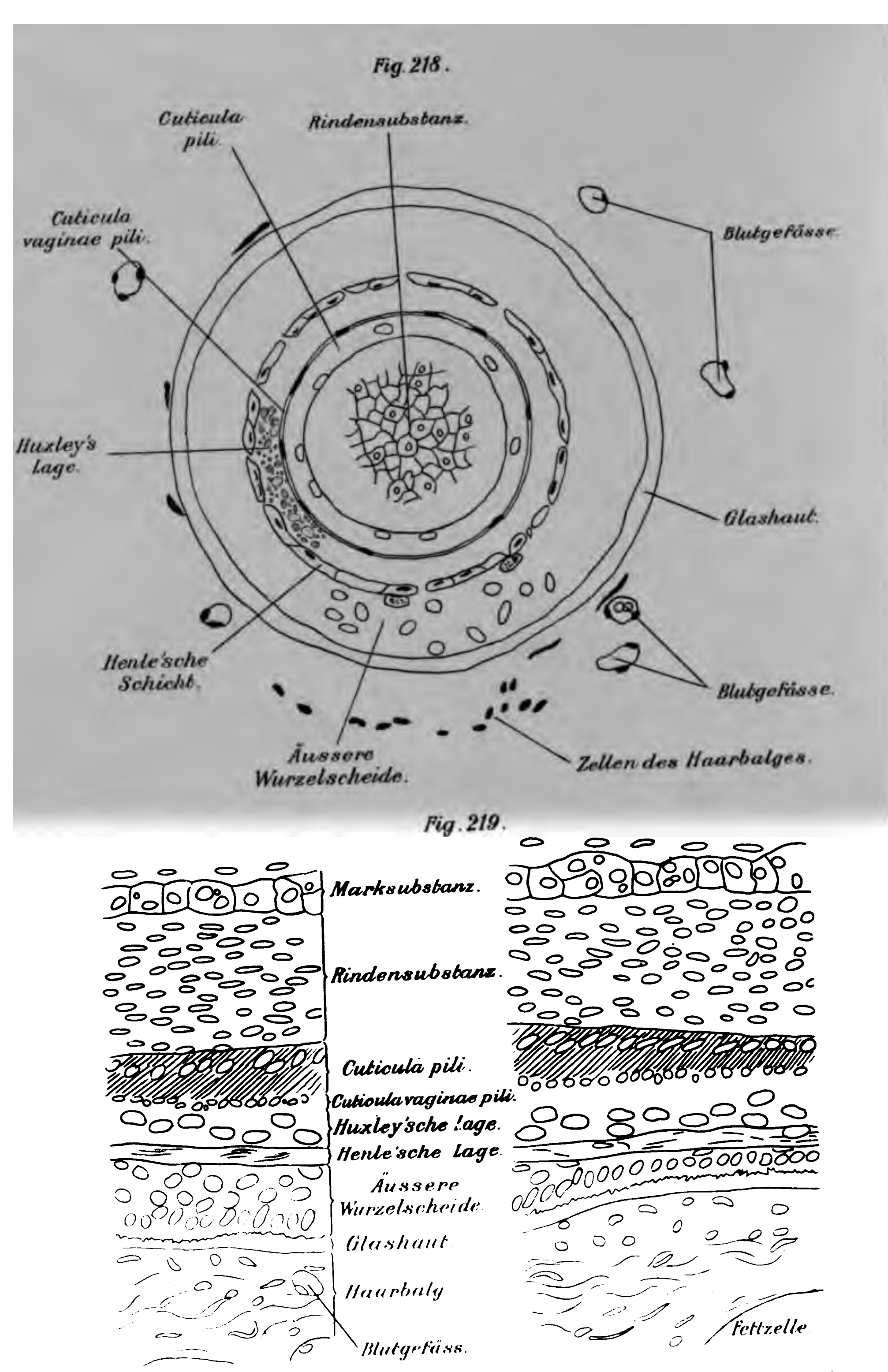


Fig. 218. Querschnitt eines Haares und Haarbalges in der unteren Hälfte der Wurzel. Menschliche Kopfhaut. Hämatoxylin-Eosin. Ca. 400 mal vergr.

Fig. 219. Aus einem Längsschnitte durch die Achse des Haares und deren *Haarwurzelscheide*. Menschliche Kopfhaut. Hämatoxylin-Eosin. Ca. 550 mal vergr.

Fig. 218.

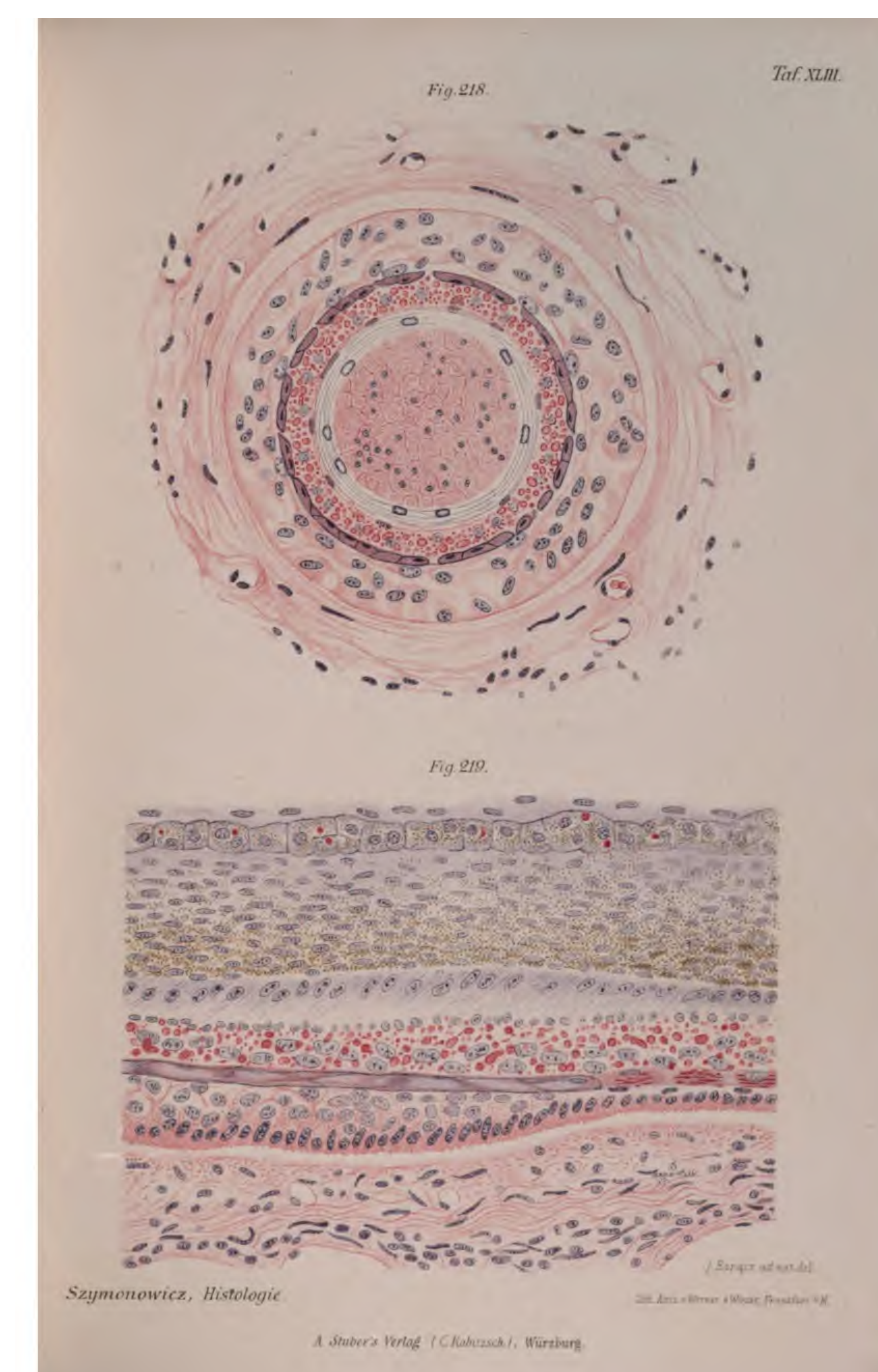


Fig. 219.

Szymonowicz, Histologie.

A. Stuber's Verlag (C. Kabitzsch), Würzburg.



Fig. 223.

Nagel
Eponychium
Corium
Eleidinlage
Epidermis des Nagelfalzes
Beinhaut
Ossifizirende III. Phalanx
der III Phalanx
Nagelbett
str. corneum
str. Malpighi
Epidermi des Nage walles
Knorpel
Blutgefässe
Matrix des Nagels
Corium

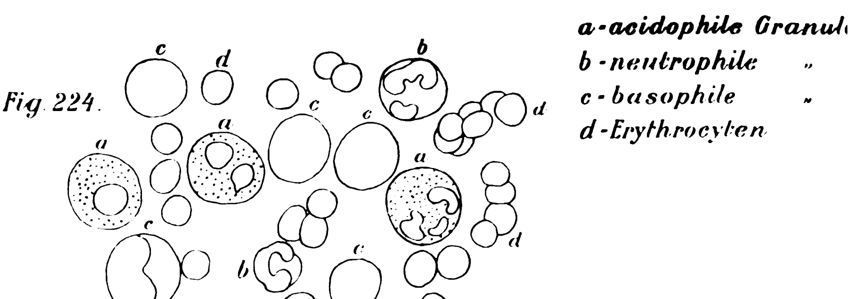
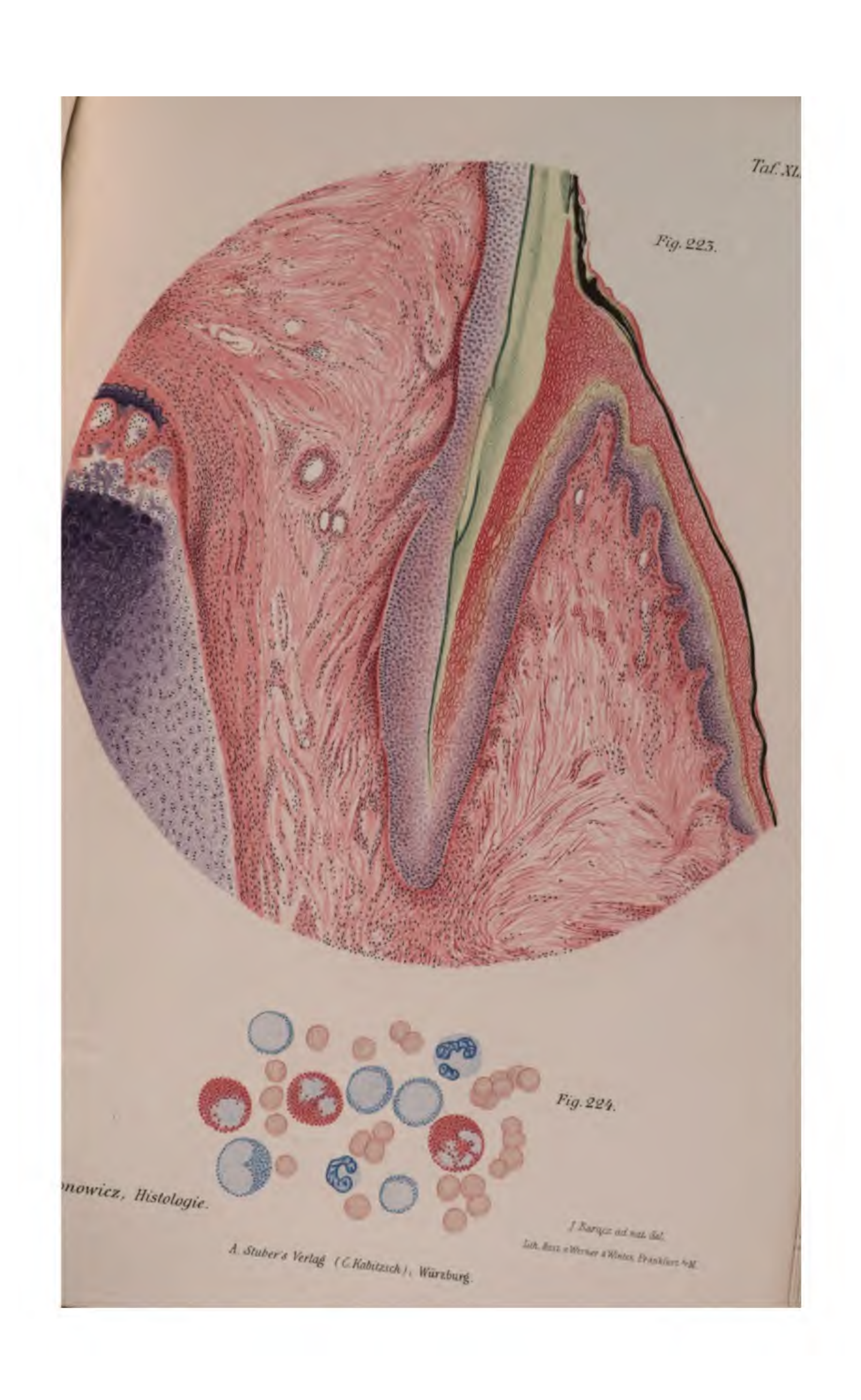


Fig. 223. Längsschnitt durch den Nagel und Nagelfalz des Kindes. Hämatoxylin-Picrocarmin nach Fixirung in Flemming'scher Flüssigkeit. Ca. 60 mal vergrössert.

Fig. 224. Aus dem leukämischen Blute des Menschen. Methylenblau-Eosin Ca. 660 mal vergr.


Taf. XI
Fig. 223.
Fig. 224.
nowicz, Histologie.
A. Stuber's Verlag (C. Kabitzsch), Würzburg.
J. Barycz ad nat. del.
Lith. Anst. v. Werner & Winter, Frankfurt a/M.



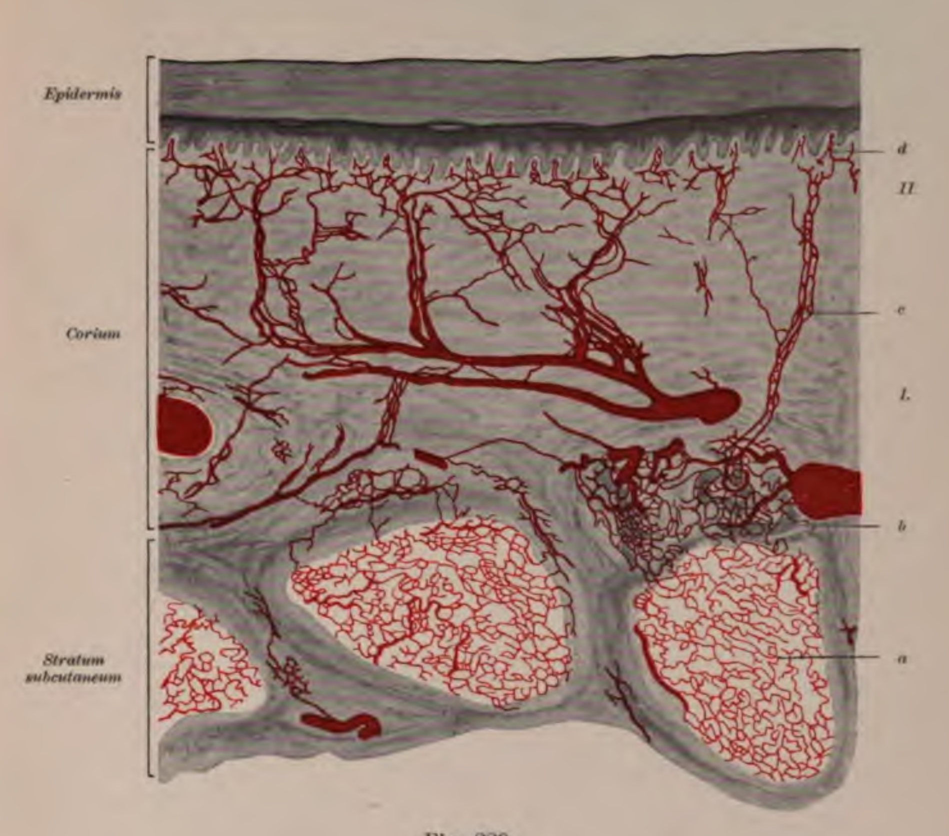


Fig. 229.

Aus einem senkrechten Schnitte der Haut der menschlichen Hohlhand.

Blutgefässe rot injiziert. Ca. 35 mal vergrössert.

a Fettgewebe.
b Schweissdrüsenknäuel.
c Schweissdrüsengang.
d Papillen.
I. Das kutane Netz.
II. Das subpapillare Netz.

A. Stuber's Verlag (C. Kabitzsch) Würzburg.

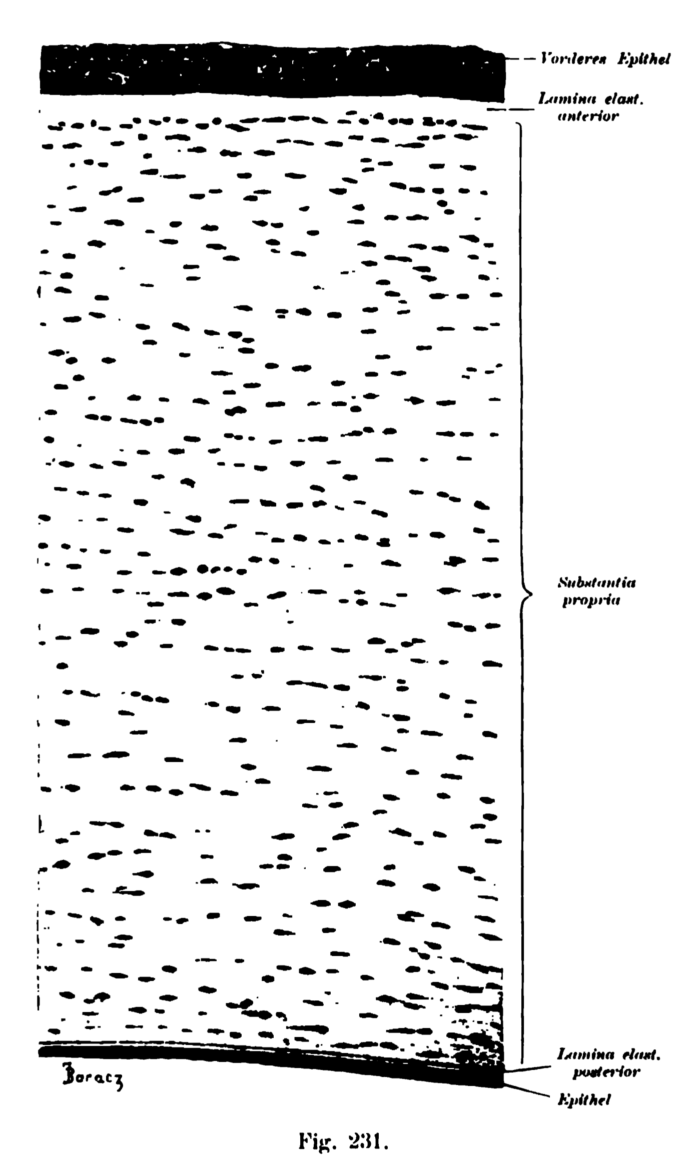


Fig. 231.

Senkrechter Durchschnitt der Hornhaut des neugeborenen Kindes.

Ca. 200 mal vergrössert.

A. Stuber's Verlag (C. Kabitzsch) Würzburg.



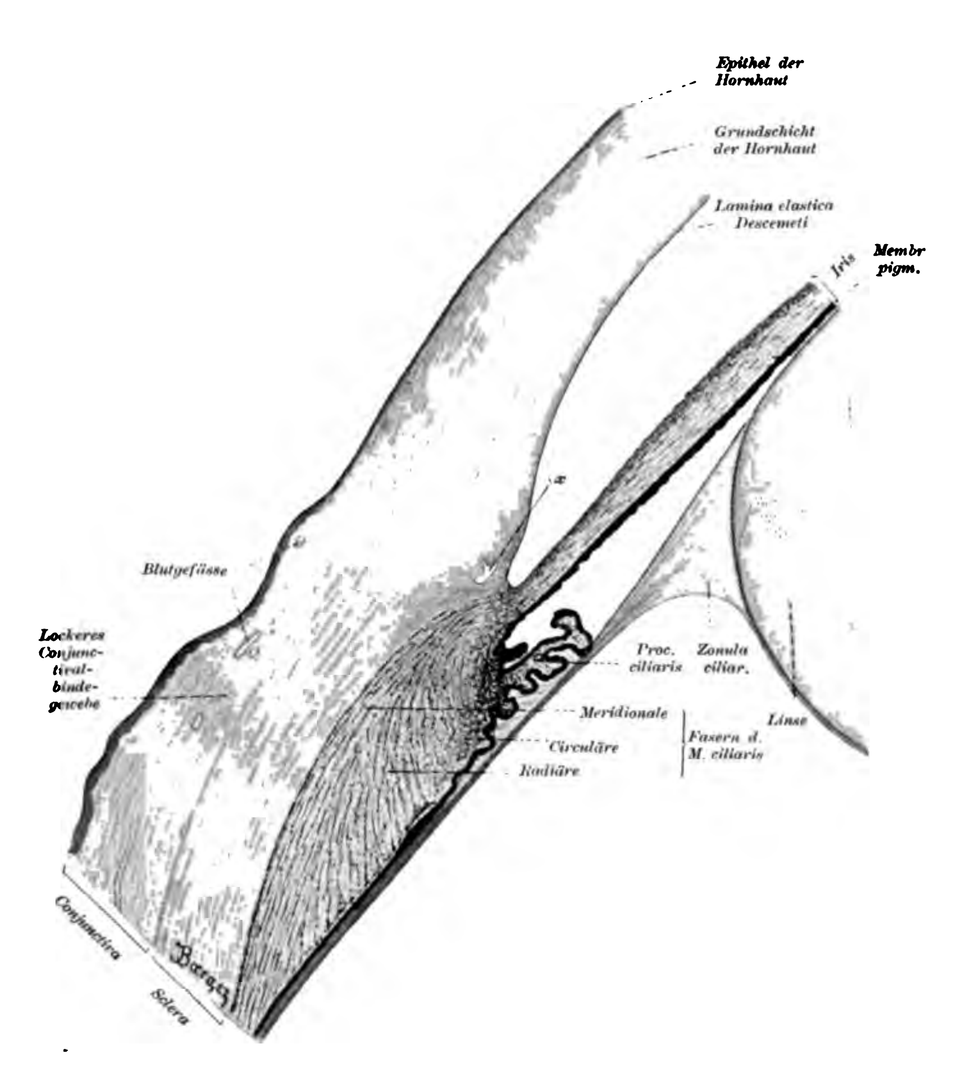
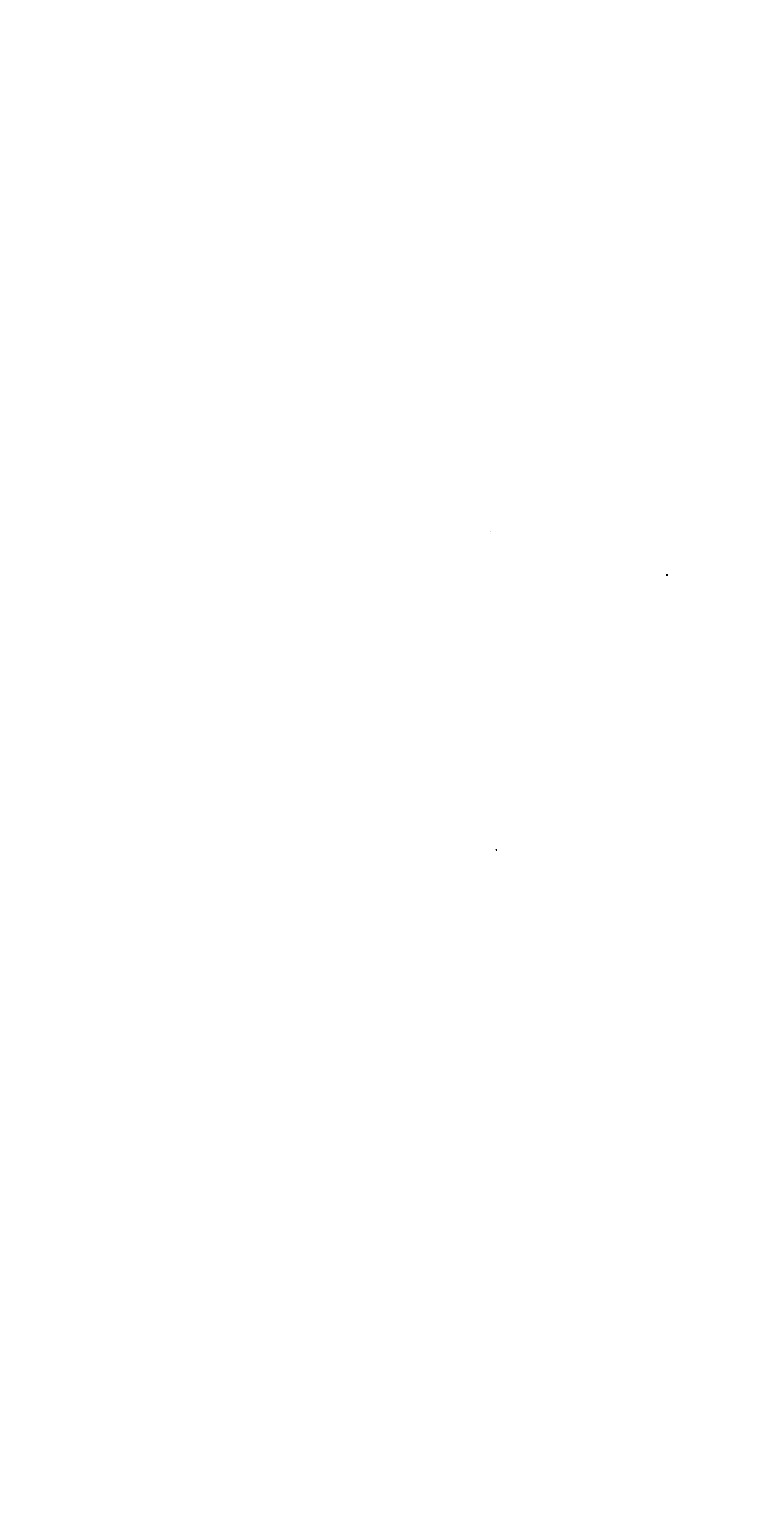


Fig. 236.
Meridionalschnitt durch den Ciliarkörper des Affenauges.
x = Sinus venosus sclerae. Ca. 30 mal vergrössert.

A. Stuber's Verlag (C. Kabitzsch) Würzburg.







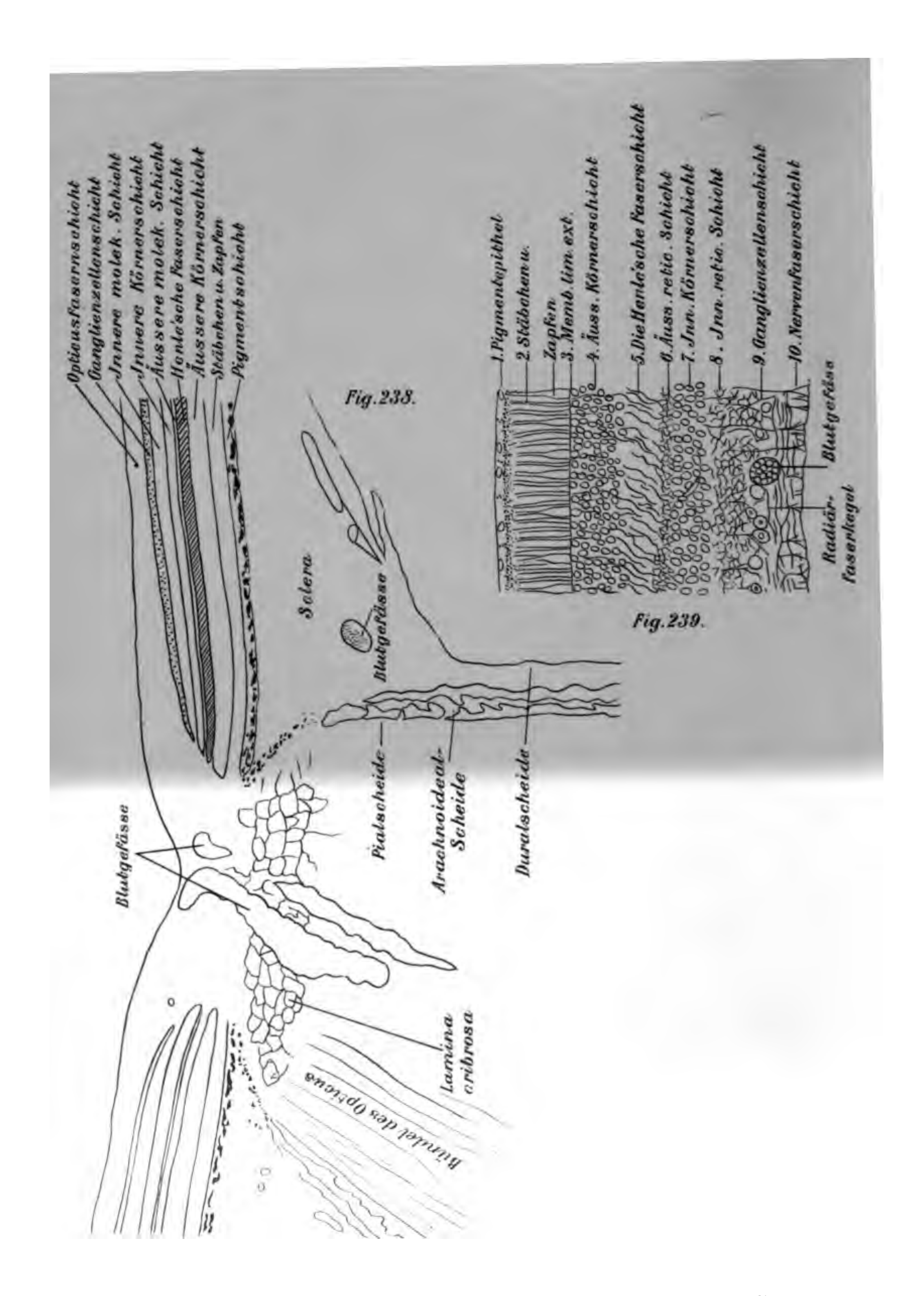


Fig. 238. Längsschnitt der Eintrittsstelle des Sehnerven vom Menschen. Biondi'sche Färbung. Ca. 70 mal vergr.

Fig. 239. Senkrechter Schnitt der Retina des Affen. Biondi'sche Färbung. Ca. 330 mal vergr.



Fig. 238.

Fig. 239.

Szymonowicz, Histologie.

J. Barycz ad nat. del.

Lith. Anst. v. Werner & Winter, Frankfurt a/M.

A. Stuber's Verlag (C. Kabitzsch), Würzburg.



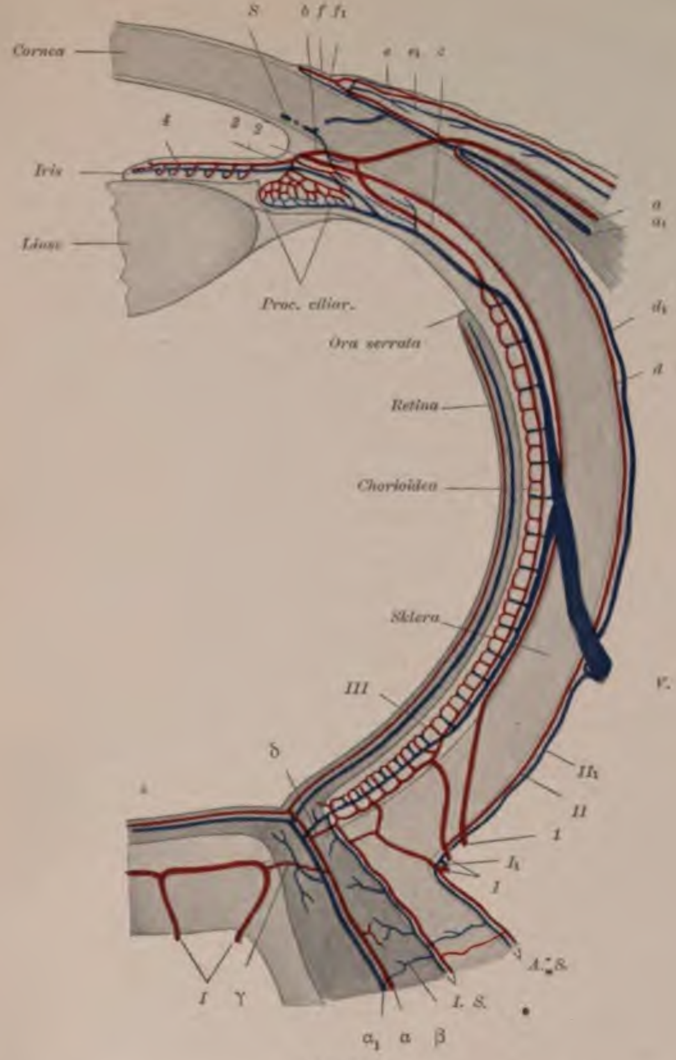


Fig. 239.

Schema der Blutgefässverteilung im Auge mit Benützung der Darstellung Leber's (nach Stöhr) Horizontaldurchschnitt.

Arterien rot, Venen blau.

Gebiet der Vasa centralia retinae (griech. Buchstaben): α Arteria, α_1 Vena centralis retinae, β Anastomose mit Scheidengefässen, γ Anastomose mit Aesten der Aa. ciliar. post. brev., δ Anastomose mit Chorioidealgefässen. Gebiet der Scheidengefässe: *I. S.* Innere, *A. S.* Aeussere Scheidengefässe. Gebiet der Vasa ciliar. postic. brev. (römische Ziffern): *I* Arteriae, I_1 Venae ciliar. postic brev., *II* Arterielle episklerale, II_1 venöse episklerale Aeste derselben, *III* Kapillaren der Lamina choriocapillaris. Gebiet der Vasa ciliar. post. long. (arabische Ziffern): *1* A. ciliar. post longa., *2* Circulus iridis major quer durchschnitten, *3* Aeste zum corpus ciliare, *4* Aeste für die Iris. Gebiet der Vasa ciliar. ant. (kleine lateinische Buchstaben): *a* Arteria, a_1 Vena ciliar. ant., *b* Verbindung mit dem Circulus iridis major, *c* Verbindung mit der Lamina choriocapill., *d* arterielle, d_1 venöse episklerale Aeste, *e* arterielle, e_1 venöse Aeste zur Conjunctiva sclerae, *f* arterielle, f_1 venöse Aeste zum Cornealrande, *V* Vena vorticosa, *S* Querschnitt des Sinus venosus sclerae.

A. Stuber's Verlag (C. Kabitzsch) Würzburg.



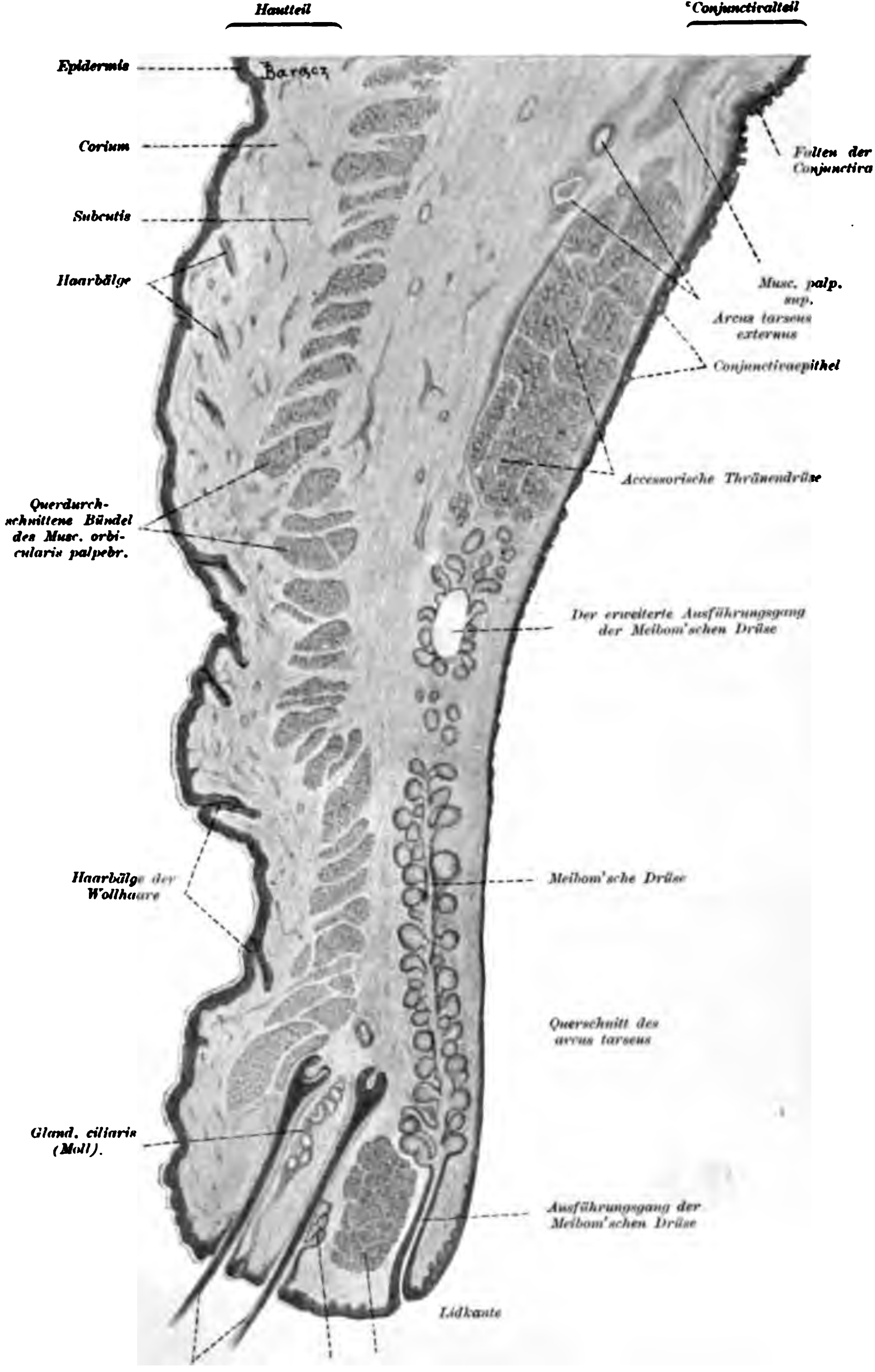


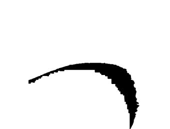
Fig. 242.

Durchschnitt des oberen Augenlides eines $2^1/_2$ jährigen Kindes.

22 mal vergrössert.

A. Stuber's Verlag (C. Kabitzsch) Würzburg.









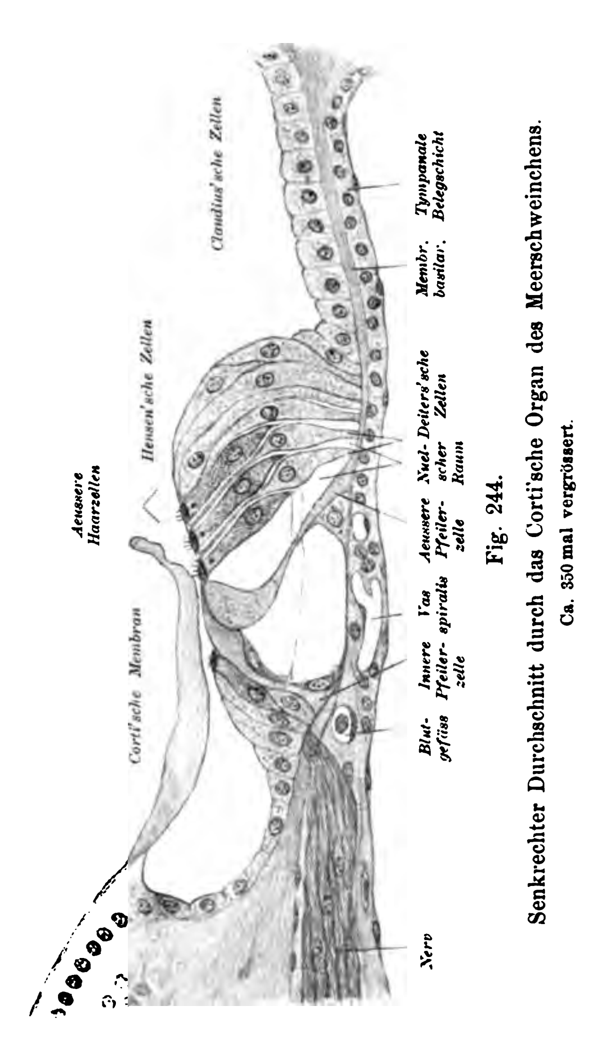


Fig. 244.

Senkrechter Durchschnitt durch das Corti'sche Organ des Meerschweinchens.

Ca. 350 mal vergrössert.

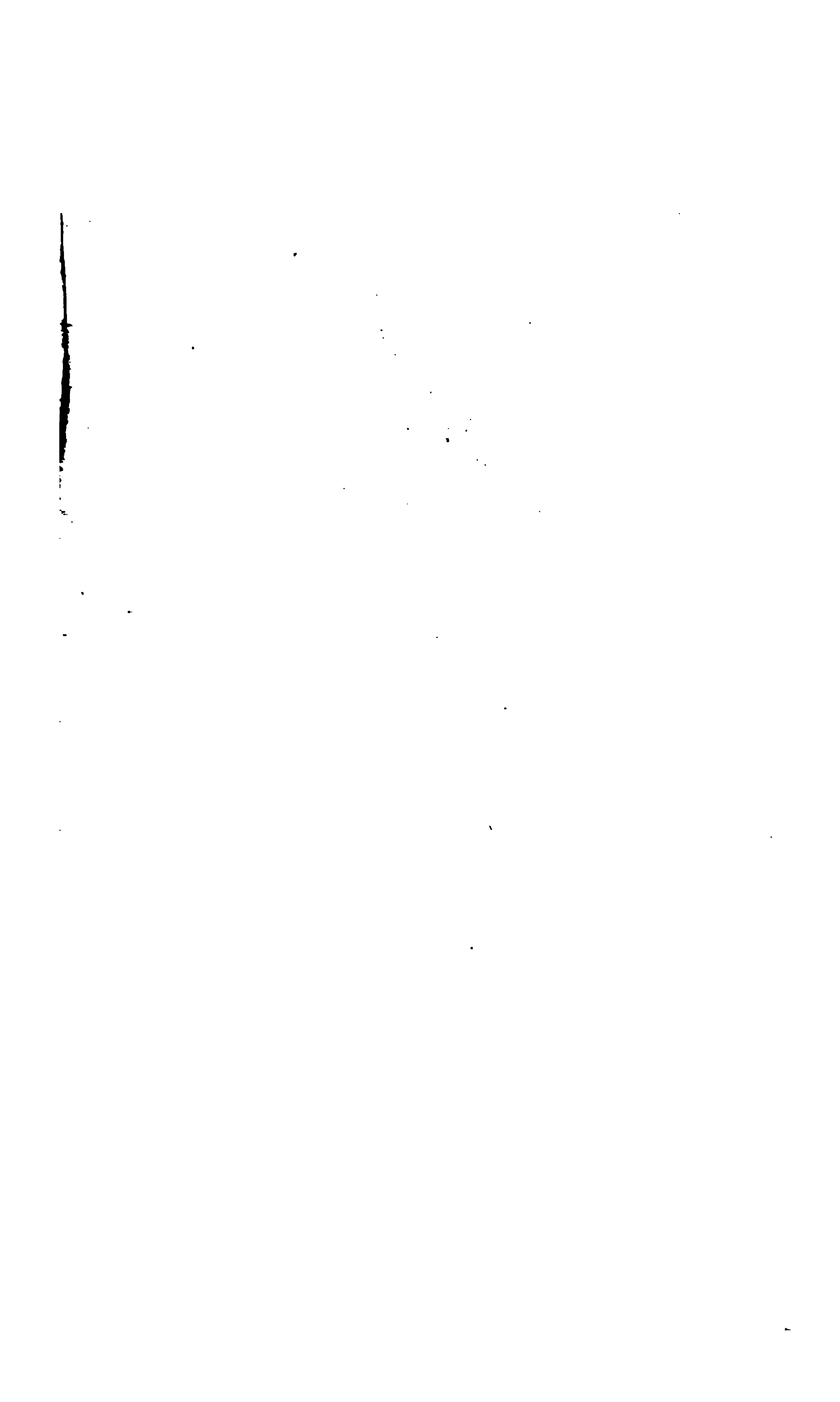
A. Stuber's Verlag (C. Kabitzsch) Würzburg.













E551 Szymonowicz, Ladislaus
S999 Lehrbuch der Histologie
1901 37637
NAME
DATE DUE

